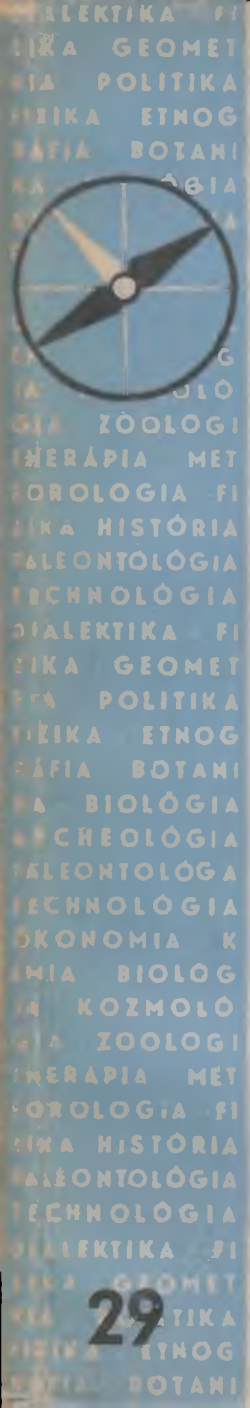


TUDOMÁNY ÉS HALADÁS

V. PRJANYISNYIKOV

A VILÁG, AMELYBEN ÉLÜNK

SZIKRA KIADÁS BUDAPEST 1949

ZIKR

V. PRJANYISNYIKOV

A VILÁG, AMELYBEN ÉLÜNK

SZIKRA KIADÁS BUDAPEST 1949

A mű eredeti címe:

МИР В КОТОРОМ МЫ ЖИВЕМ

Fordította

VALKAI REZSŐ

Felelős kiadó: Dr Simó Jenő
Hungária Hírlapnyomda Rt. Budapest Felelős: Daka István.

A világmindenség műhelye

Gyakran gyönyörködünk a csillagokkal telehintett éjszakai égbolt elragadó látványában. Titokzatosan ragyognak a szikrázó és hunyorgó csillagok — sárgás, zöldes, ibolyaszínű, vöröses fény árad belőlük, hol fátyolozott, hol élesrajzú csodálatos csillagképek, hol homályos ködfoltok alakjában tűnnek föl előttünk, de mindig megragadják kíváncsi figyelmünket. Mi, a Föld lakói végtelenül távolinak és elérhetetlennek érezzük ezt a csillagvilágot.

Kérdezzétek meg bármelyik embert, aki nem csillagász: vajjon eszébe jut-e a mindennapi életben, hogy alkalmazza a tudomány megállapításait a csillagos égboltról? Gyakran veszszük-e hasznát az ezernyi pontos, apró csillagászati megfigyelésnek?

Gondoltatok-e rá, hogy naponta milyen sokszor nézitek meg órátokat? Mikor meghalljátok a rádió időjelzését, hányszor ellenőrzitek saját órátokat? Lám, pedig ez azt jelenti, hogy minden ilyen alkalommal használ látjátok a csillagászati megfigyelések eredményeinek, minthogy a pontos időt a csillagászok állapítják meg. Az ő rendelkezésükre áll a legtökéletesebb, a legpontosabb óra, a természet órája, amelynek számlapját a csillagok alkotják, órájuknak csodálatos, soha el nem romló gépezete pedig a földgolyó, amely szakadatlanul végzi mozgását, forgását tengelye körül.

Számon tartjátok a napokat, hónapokat, éveket és evégből állandóan igénybe veszitek a naptárt. Az év kezdetének, tartamának, végének meghatározása is az égitestek megfigyelésén alapul.

A Nap, a Hold és a csillagok iránytűként szolgálják az embert. Irányítják az utast soha nem látott tájakon, ismeretlen utakon és célhoz vezetik őt. Nemcsak iránytűk a csillagok, hanem pótolják az emberek számára a világítótornyokat is. Ha a hajó messze kifut a nyílt tengerre, ha a repülőgép magasra felszáll a levegőbe, mindig és mindenütt — földön, vizen és a levegőben — legmegbízhatóbb tájékoztatói „az égi világítótornyok": a csillagok, az égitestek.

És vajjon készülhet-e pontos térkép, vagy meghatározható-e a Föld valamely pontjának pontos fekvése a csillagászat segítsége nélkül?

A Nap, a Hold, a csillagcsoportok és az egyes csillagok nap-nap után végzik mindennapi életünkre nézve oly fontos, értékes szolgálatukat. Az emberek munkájában és sokféle tevékenységében nehéz olyan területet találni, ahol boldogulni lehetne a csillagászati megfigyelések eredményei nélkül.

Ha a tudósok — a fizikusok és kémikusok — sohase fordultak volna segítségért a csillagászokhoz, ha nem állott volna rendelkezésükre a legnagyszerűbb laboratórium: a világmindenség műhelye, akkor aligha tudták volna megoldani az anyagok felépítésének sok fontos, mindig időszerű kérdését.

A Földön még egy gépszerkesztő sem épített olyan olvasztókemencét, amelyben tanulmányozni lehetett volna a felhevített gázokat egymillió foknál magasabb hőmérséklet mellett. Egy feltaláló sem készített még egymillió gyertyafénnyel világító lámpát.

Az anyag végtelenül különböző állapotait a legtökéletesebb kutatóműhelyben tanulmányozhatjuk: a világmindenségben, mégpedig olyan körülmények között, mint a világűr határtalan hidege, vagy a Nap megolvadt, forró tömegének hőfoka, vagy a gázalakú ködképződmények végtelen ritkasága, vagy a platinánál sokszorta tömörebb anyagok sűrűsége.

Tudásunk az anyagok természetéről nagyon szűkös és korlátozott lenne, ha megelégednénk csupán a Földhöz kapcsolódó megfigyeléseinkkel, egyedül a Föld anyagának tanulmányozásával. Csak a világmindenség sok távoli, a Földtől annyira eltérő és hozzá mégis oly sokban hasonló tüneménye ad lehetőséget a tudósnak arra, hogy tanulmányozza a természetet a legkülönbözőbb, a Földön el sem képzelhető feltételek mellett.

A csillagászat, a fizikával és kémiával karöltve a világ-

egyetem egyik titkát a másik után fejti meg. És bármilyen eltérők, bármennyire különfélék is a mindenség csillagrendszerei, bármilyen végtelen is a kiterjedésük, tudjuk: a mi Földünk nem egyedülálló külön világ, hanem csak egy kicsinyke parány az óriási világűrben; de a világa hasonló a többi világrendszerhez, ő maga hasonlatos az egyéb naprendszerekbe tartozó más égitestekhez. És a mi Földünkön megnyilvánuló élet nem egyedüli ilyen megnyilatkozás, mert más égitesteken is lehetséges a földihez hasonló élet. Ezt tanítja a csillagászat, a mindenség fizikája és kémiája segítségével.

A csillagászat történetéből

Az ember egész életén át látja a Napot, a Holdat, a csillagcsoportokat és az egyes csillagokat, ahogyan látta számtalan letűnt emberi nemzedék évszázadokon és évezredeken keresztül, amióta a Földön megjelent az ember.

És éppúgy, mint mi, távoli elődeink, az ősemberek is gyönyörködtek a Nap keltében, melegedtek életet adó sugaraiban, éjszakánként pedig bámulták a csillagokkal telehintett határtalan égboltozatot.

Már a régmult időkben megtanulták az emberek, hogyan kell megtalálni az erősebb fényű csillagokat, sok csillagcsoportnak ismerőssé vált képét.

Milyen gyakran segítette az éjszakai égbolt messzeségében ragyogó csillag az eltévedt embert, hogy megtalálja az utat hazafelé. De a csillagok nemcsak útmutatóul szolgáltak, ők voltak az első órák is. Az emberek felkeltek, amikor a Nap felkelt és aszerint, hogy milyen magasan vagy alacsonyan állott a látóhatár felett, határozták meg az időt. Este pedig kigyúltak a csillagok, felkelt a Hold és megkezdődött egy másfajta időmérés, a „csillagászati" időszámítás. Ősidők óta figyelték az emberek az égitesteket, a csillagokat és már az ókori népeknek — egyiptomiaknak, föniciaiaknak, babiloniaiaknak, görögöknek — megvoltak a maguk tanult csillagászai. Ezek az ókori csillagászok eljutottak a különböző, erősebb fényű csillagok és csillagcsoportok meghatározásáig, neveket adtak azoknak és ezek az elnevezések mind a mai napig érvényben maradtak. Az ókori csillagászok megrajzolták a csillagos égbolt első térképeit, meghatározták a Hold

változásainak idejét, elsőknek állapitották meg csillagászatilag, hogy mi az időtartama az évnek, napnak, órának és így tovább.

De minden ember, aki feltekint a Napra vagy a csillagokra, felteszi magának a kérdést: mi is a Nap? Miért világit csak nappal és hová rejtőzik el éjjel? Ki gyujtja meg a csillagokat az éjszakai égbolton? Hogyan van az, hogy a Hold hol eltűnik, hol újjászületik? Mi ez a Föld, amelyen élünk?

Napjainkban a tudnivágyó ember elővesz egy csillagászati könyvet vagy pedig tanult emberhez fordul felvilágositásért. Másként állt a dolog az ókorban. Csillagászati könyv nem volt, sőt maguk a tudósok is csak keveset tudtak a világegyetem mivoltáról.

Az emberek kénytelenek voltak beérni a leglantasztikusabb találgatásokkal. Volt, aki azt állította, hogy a Föld lapos, mint egy lepény, az égbolt domború fedél, amely felülről borítja és ezen a fedélen van elhelyezve a Nap, a Hold és a csillagok serege. Volt, aki azt mondotta, hogy a Föld golyó, mert nincs vége és széle.

Ilyenféle véleményeket nyilvánitottak már több mint kétezer évvel ezelőtt. De mindenki meg volt győződve arról, hogy a Föld a világ közepe, középpontja. Ez annyira vitathatatlannak látszott, hogy senki, még gondolatban sem mondott ellent. Sőt azt, aki kételkedni próbált volna ebben, bizonyosan eretneknek minősitik.

Ptolemaiosz görög tudós, elődeinek és kortársainak nézeteit véve alapul, ezt tanította: a világmindenség központjában a földgolyó áll. Körülötte körkörösen, övszerűen elhelyezett kristályos burkok keringenek — Ptolemaiosz szféráknak nevezte azokat — és ezekre vannak felerősítve a csillagok. Legközelebb esik a Földhöz a Merkur szférája, aztán a Venusé, a Venus után a Napnak a szférája. Ezek mögött következnek a Mars, a Jupiter és a Saturnus szférái. Más bolygót Ptolemaiosz idejében még nem ismertek. Végül a nyolcadik szférára vannak felerősítve az álló csillagok. A kilencedik szférában foglal helyet a „fő-mozgató erő", ez tartja mozgásban az összes égitesteket, a tizedik szférában pedig ott trónol az Isten összes angyalaival, kik a szférák isteni zenéjével szórakoznak.

Ptolemaiosz rendszere előttünk otromba mesének tűnik fel, de a középkorban valószinűnek tartották. Lombardiai Péter VII. századi tudós ezt irta: „Hasonlóan ahhoz, ahogyan az ember

Isten kedvéért teremtetett, hogy neki szolgáljon, éppen úgy alkottatott a világmindenség az ember kedvéért, hogy szolgálatára legyen. Ezért van az ember a világmindenség központjába helyezve, hogy szolgálhasson Istennek és hogy minden más az embernek szolgálhasson."

Ha pedig ez így van, ha a csillagok szolgálnak az embernek, ez azt jelenti — vélekedtek ebben az időben az emberek —, hogy az égitestek elhelyeződéséből és mozgásából meg lehet határozni az ember sorsát vagy meg lehet jósolni különféle fontos eseményeket: háborút, járványt, éhséget, rossz termést vagy elemi csapásokat.

Így született meg az asztrológia hazug tudománya — az égitestek értelmezésének művészete. Mutatkoztak-e a Nap körül fénykörök vagy koszorúk, fellépett-e napfogyatkozás vagy holdfogyatkozás, leesett-e egy csillag, megjelent-e egy üstökös, megváltozott-e az égbolt színe — mindez a csillagjósok véleménye szerint előjelnek volt tekintendő, mindegyiknek megvolt a maga titokzatos értelme vagy jelentősége, amit mindössze helyesen kellett magyarázni.

Ezek a téves ítéletek hosszú időn át fennállottak és maradványaikkal olykor még manapság is találkozunk.

Nemcsak a tudatlanság szülte az égi jelenségek ilyesféle értelmezését. Nem ritkán a kapzsiság vagy az a vágy, hogy hatalmukat megszilárdítsák, késztette az embereket arra, hogy erősítsék a bekövetkező napfogyatkozások csodás voltába vetett hitet. Megesett, hogy az olyan ember, aki járatos volt a csillagászatban, ám hatalomvágyó, kapzsi és mohó volt, iparkodott rosszhiszeműen meggyőzni a többieket, hogy valamiféle, még sohasem látott veszély fenyegeti őket. Értvén hozzá, hogy előre megmondja a várt napfogyatkozás időpontját és tartamát, rémületbe ejtette az egyszerű embereket, dús ajándékokat csalt ki tőlük s rábírta őket, hogy engedelmeskedjenek neki . . .

Ha a kapzsiság és a hatalomvágy nem játszott volna bele a csillagjóslás fejlődésébe, akkor nehéz lenne megmagyarázni, hogyan születhettek újjá a fasiszta Németországban, a korszerű tudomány és technika mai fejlettsége mellett, a csillagjóslással foglalkozó egyesületek. A hitleristák serkentették a csillagjóslással való foglalkozást és nem gátolták a „csillagolvasó prófétákat" abban, hogy megjósolják egyes emberek és egész népek sor-

sát. Magától értetődik, hogy ezek a fasiszta próféták hitleristamódra és Hitler érdekében jósolgattak.

Ptolemaiosz tana, a megfigyelés módjainak akkori tökéletlensége mellett, kielégítette kortársait, hiszen ez a tan többkevesebb sikerrel meg tudta magyarázni az égitestek látható mozgásait. A Nap, a Hold és a csillagok nem váltják-e egymást naponta az égen, nem végzik-e mozgásukat a Föld körül?

Ám előfordul, hogy az észlelés megtéveszti az embert. Hiszen, ha hajózunk, úgy tűnik fel, mintha a part menne hátrafelé és a hajó mozdulatlanul állna. Ez a kérdés foglalkoztatta a fiatal lengyel tudóst, Kopernikuszt.

Vajjon Ptolemaiosz tana nem ilyen tévedés következménye-e? Mi volna, ha maga a Föld változtatná helyét a világtérben és vele együtt az ember is?

Kopernikusz hosszú éveken át ellenőrizte ezt a gondolatát. És végül minden ingadozás nélkül megtagadta a ptolemaioszi tant. Nem a Nap forog a Föld körül, hanem fordítva, a Föld forog a Nap körül. Ebben a következtetésben összegeződött Kopernikusz egész élete munkája. Már nem volt fiatal, amikor elkezdte írni figyelemreméltó könyvét: „Az égitestek forgásáról". Ebben kifejtette nézeteit és megcáfolta az elavult tant. A világ nem olyan, amilyennek Ptolemaiosz elképzelte. Az a tan, hogy a Föld öröktől fogva mozdulatlanul áll a világ közepén, otromba babona. Az ég nem kristályból álló fedél, hanem végtelen, át nem érhető térség. A Föld — a bolygók egyike. A Föld, mint valami búgócsiga, forog a tengelye körül, ezenfelül szakadatlanul kering a Nap körül, símán, zökkenés nélkül. A Föld egész körforgását a Nap körül háromszázhatvanöt és egynegyed nap alatt végzi el. A többi bolygó is, akárcsak a Föld, a Nap körül kering, mindegyik a maga körén, pályáján.

Hála Kopernikusz tanának, sok bonyolult elmélkedés és fejtegetés vált fölöslegessé. Most már sok minden egyszerűvé és érthetővé lett, így például a nappal és éjszaka cseréje és az évszakok váltakozása a Földön. Saját tengelye körül forogva nyugatról kelet felé, a Föld hol egyik, hol másik oldalával fordul a Nap felé. A Nap felé fordított oldalon nappal lesz, a másikon éjszaka.

A nagy tudós megállapításaival szétrombolta a bibliai elképzelést a világról és a Földről. Ha a Föld nem a mindenség középpontja és az ember nem a teremtés koronája, ha

vannak más bolygók is, akkor lehet-e továbbra is hinni a többi bibliai mesét a világ isteni teremtéséről, a jók örök üdvösségéről a mennyországban és a gonoszok kínszenvedéseiről a pokolban?

Maga Kopernikusz csak azért kerülte el a vizsgálatot és üldöztetést, mert az 1543. évben, nem sokkal könyve megjelenése után meghalt. Ám Kopernikusz követőivel, tanainak elfogadóival az inkvizició igen keményen bánt el.

A fiatal domonkosrendi barát, Giordano Bruno még serdülő korában elolvasta Kopernikusz könyvét és ez eldöntötte sorsát. Elmélyítette és kiterjesztette Kopernikusz tanát. Otthagyva a kolostort, Bruno vándoréletbe kezdett. Beutazta Olaszország, Franciaország, Svájc és Anglia városait, hosszabb időre meg-megállapodott az egyetemi városokban és előadásokat tartott, vitákat rendezett. Előadásainak tárgyául Kopernikusz tanát választotta és ez óriási tömegeket vonzott. Nem ijesztette meg az istenfélő tudósok ellenséges magatartása. A tudomány iránt tanusított mélységes hite, meggyőződéses, szenvedélyes előadásmódja lebilincselte hallgatóit, felserkentette gondolataikat. Bruno „az alvók ébresztőjének, az elbizakodott tudatlanok megbüntetőjének" nevezte magát.

A világmindenség örök és végtelen, tanítja Giordano Bruno. A csillagok ugyanolyanok, mint a Nap. És a sok nap bolygóival együtt végzi mozgását a maga útján. Számtalan ilyen láthatatlan világ van az égbolton. Ezek folyton változnak, szétesnek és újak bukkannak fel. Életnek kell lennie nemcsak a Földön, hanem az egész világmindenségben.

Milyen mesterien fejtegette Kopernikusz tanát, mennyire elmélyítette mesterének rendszerét, milyen szélesen feltárta a világ szerkezetének magasztos képét az új tudománynak ez a meggyőződéses szószólója! Kopernikusz számára a mozdulatlan Nap maradt a világ középpontja. Az ő világmindenségét magába zárta az állócsillagok szférája. Giordano Bruno messzebb ment: ha a mi bolygónk, a Föld nem több, mint a naprendszer egy részecskéje, akkor maga a Nap is csak az egész mindenség egy részecskéje, — tanította Bruno.

Legfőbb munkájában: „A végtelenről, a világegyetemről és az égitestekről" Bruno lángeszű feltevéseket hirdetett: bejelentette annak a lehetőségét, hogy a már ismerteken kívül még más bolygók is tartozhatnak naprendszerünkhöz.

Bruno tanítása nagy mértékben káros volt az akkor ural-

kodó vallásos elképzelések szempontjából. A sok világról és a végtelen világmindenségről szóló új tanban nem volt hely az isteni teremtő számára. Ezenkívül Bruno cseppet sem feszélyezte magát és „A diadalmaskodó vadállat kiűzéséről" szóló könyvében leleplezte az egyházat.

„A küzdelem az igazságért: az egyetlen, hőshöz méltó feladat" — mondotta és rendíthetetlen bátorsággal védte az igazi tudományt és a szabad gondolatot.

Tizenöt évig vándorolt Bruno Európában. Végül is a honvágy arra késztette, hogy visszatérjen Olaszországba. Ott azonnal az inkvizíció kezébe került.

Nyolc éven át tespedt Bruno börtönökben. Vallatták, kínozták őt, azt kívánták tőle, hogy tagadja meg eretnek tanait. De Bruno hajlíthatatlan maradt és amikor elhangzott az ítélet „elevenen elégetendő", Bruno büszkén ezt mondta bíráinak: „Lehet, hogy bennetek nagyobb félelmet kelt az ítélet kihirdetése, mint bennem annak meghallgatása."

1600 február 16-án harangzúgás közben kísérte el a szerzetesek körmenete Rómában a Virágok-terére az elítélt és töredelmet nem mutató bűnöst, a tudomány harcosát. Papok, tudósok, nemesek gyűltek össze, hogy végignézzék az ítélet végrehajtását.

Giordano Bruno akkor sem tört meg, amikor a lángnyelvek körülnyaldosták testét. „A halál a gondolkodó embert egy évszázadon belül halhatatlanná teszi a következő századok számára" — mondotta Bruno. És ezek a prófétai szavak megvalósultak.

Bruno kivégzése után tíz évvel egy másik tudós: Galilei megcáfolta azoknak az érvelését, akik tagadták Kopernikusz tanát. Éles esze, nagy tudása folytán huszonötéves korában tanára lett Pádua egyetemének. Csillagászattal is foglalkozott és első ízben használt sajátmaga készítette távcsövet az égitestek tanulmányozására és elsőnek látott meg néhány ismeretlen csillagot, valamint a Holdon lévő hegyeket. A rejtélyes Tejút számtalan csillag halmazának bizonyult. Galilei távcsövében a bolygók korongoknak mutatkoztak, az állócsillagok pedig villogó pontoknak. Végül a Jupiter körül felfedezett négy útitársat, négy holdat. Felfedezte a Venus alakváltozásait, ú. n. fázisait. Ez is nagyon fontos felfedezés volt, hiszen Kopernikusz tanának ellenségei azt az ellenvetést tették: „Ha az új tan helyes, a Venusnak éppúgy kell lenni fázisainak, mint a Holdnak." És Galilei távcsöve bebizonyította Kopernikusz igazát.

Galilei valahogyan sokkal veszélyesebb ellenségnek mutatkozott az egyházi férfiak szemében, mint Kopernikusz. A világ felépítésének új rendszere Kopernikusznál nem volt több, mint merész feltevés, Galilei azonban bebizonyította Kopernikusz nézeteinek helyességét.

Galilei is, hasonlóan Giordano Brunóhoz, a szerzetesek ítélőszéke elé került. Arra kényszerítették, hogy megtagadja nézeteit és még így is élete végéig az inkvizíció foglya maradt.

A tudatlanság érdekében azonban nem lehet a szabad emberi gondolatot rabságban tartani. Kopernikusz követőit nem félemlítették meg a máglyák és a kínzások. A tudósok merész gondolatai megtörték az előítéleteket, a rágalmakat és a babonákat, amelyeket a tudatlanság tartott uralmon. A harc a tudatlanság és a tudomány között nem csitult el. És a tudomány, a megcáfolhatatlan tények, vitathatatlan bizonyítékok lendületével, egymásután fedte fel a természet titkait. Az emberi tudásnak nincs határa, mint ahogy nincsen határa a bennünket körülvevő világ megismerésének sem.

Az ég a Föld felett

Nézzetek fel az égre és meglátjátok látszólagos határát, amely hasonlít egy ránkboruló óriási csésze peremához. Mint ismeretes, az ókorban az emberek azt gondolták, hogy az égboltozat valami szilárd alkotmány. És ha a tudósok között fel is vetődtek nézeteltérések és viták, legfeljebb csak annak az anyagnak mivoltát tették kérdésessé, amelyből az égboltot „megcsinálták". Egyesek azt gondolták, hogy az égbolt kristályos burok, mások, hogy valami fémfedél. Ha egy meteorkő esett a Földre, az ég letört szilánkjának vélték.

A valóságban semmiféle szilárd ég nincsen, mint ahogy nincsen az égnek határa sem. Csak a mi szemünk fogja úgy fel a távoli térséget, mintha a Föld felett égboltozat feszülne.

Nappal az ég kéknek látszik szemünkben. Ha felkapaszkodunk egy magas hegyre, ahol úgyszólván semmi por sincs és a levegő tiszta, sokkal sötétebb kéknek látjuk az eget. A léghajósok pedig, akik sztratosztáton húsz kilométer magasságba emelkedtek, nappal is majdnem feketének látták az eget. Az égnek a

színe azért mutatkozik világoskéknek, mert a levegőmolekulák szétszórják a fényt és ez a szóródás a kék fényre a legerősebb.

Ha felnézünk az égre, úgy tűnik fel előttünk, mintha a csillagok és más égitestek egyenlő távolságra volnának tőlünk. Az ókorban az emberek azt gondolták, hogy a csillagok a szilárd égboltra vannak erősítve. De ez a benyomás is látásunk tökéletlenségének eredménye. Ha alkalmunk van valamilyen magaslatról végigtekinteni a távoli térségeket, kétségtelenül nehéz puszta szemmel meghatározni, mely tárgyak vannak hozzánk közelebb és melyek távolabb. És minél nagyobb a távolság, annál nehezebb megállapítani a különbséget. Ám a mi földi térségeink jelentéktelenek a világmindenség távolságaihoz viszonyítva és ezért egyáltalán nem meglepő, hogy a mi „földi" szemünk téved.

Mindennap látjuk, hogyan mozog a Nap. És ahogy a Nap megváltoztatja helyzetét, ugyanúgy elmozdul a Hold és a többi égitest is. Az égitestek mozgását az emberek észrevették már az ókorban is, de akkor azt hitték: a mozdulatlan Föld — a világ közepe — körül mozog minden égitest abban az irányban, amelyben mi látjuk: keletről nyugat felé. De a tudomány bebizonyította, hogy ez nem így van. A Föld a saját tengelye körül forog és a Nap körül kering.

Mi a Földnek sem a naponta, sem az évente végzett mozgását nem vesszük és nem is vehetjük észre, minthogy a Földdel együtt mozognak a hegyek is, az épületek is, a levegő is és mozgunk magunk is.

Képzeljétek el, hogy átrepültünk egy másik bolygóra. Akkor éppen úgy elterülne felettünk az égbolt, rajta éppen úgy ragyognának a csillagok és változtatnák helyüket az égitestek és éppúgy más-más képét látnók a csillagos égboltnak más-más időben. Csak egy dologban történnék változás: a nap és az év időtartamában, mert minden bolygónak a többitől eltérő a saját tengelye körüli forgás-ideje és eltér a Nap körüli mozgásának az időtartama is.

Ismernünk kell a mi Földünket, a bolygót, amelyen születtünk, élünk és meg fogunk halni. Így hát a Föld ismertetésével kezdjük meg a világmindenség tanulmányozását.

I. fejezet

A FÖLD, AMELYEN ÉLÜNK

A Föld — égitest

Elég jól magunk elé tudjuk képzelni Földünket, óceánjait és tengereit, szárazföldjeit és szigeteit, hegységeit és lapályait, mezőségeit és sivatagait, erdeit és mocsarait, folyóit és tavait. De soha egy ember sem látta még a Föld teljes félgömbjét, minthogy még soha egy ember sem hagyta el a Föld határait.

Milyennek látja a Földet egy más bolygó lakója? Hogyan látnók, ha a Holdról, a Marsról vagy a Napról szemlélhetnénk?

Világít-e a Föld azáltal, hogy visszaveri a Nap fényének egy részét? Nevezhetjük-e a Földet égi csillagnak?

Nem kell elhagynunk a Földet ahhoz, hogy feleletet kapjunk ezekre a kérdésekre: megadja a feleletet a csillagászat. A tudósok elég jól ismerik a Földet és minden nehézség nélkül el tudják mondani, milyennek látszik a földgolyó a világtérben.

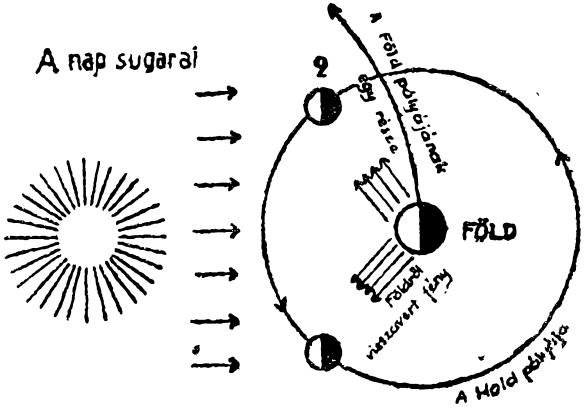
Földünket bolygónak nevezhetjük, mely a többi bolygóról látható.

Igaz, hogy maga a Föld nem bocsát ki fényt, mivel felülete már kihűlt. De mégis világít, mert visszaveri a Napnak reá eső sugarait.

A csillagászok azt állítják, hogy a Holdon — annak bármely pontján — minden hónapban egyszer, éjszaka, meghatározott ideig világosság van, mivel a Hold felszínét megvilágítja a Földről visszavert napfény.

A tudósok annak bizonyítására, hogy a Föld világít, egy olyan jelenségre hivatkoznak, amit talán nem egyszer magatok is megfigyeltetek. Olykor, reggelenként és esténként, az égbolton

nemcsak a Hold sarlója látható, hanem a Hold korongjának többi része is, csak sokkal sötétebben. A sarló: a Holdnak az a része, amelyre közvetlenül esnek a napsugarak, a korongnak sötétebb részét pedig a Földről visszavert napsugarak világítják meg.



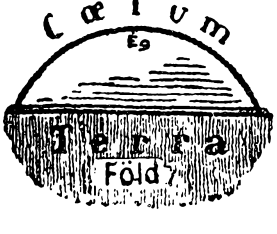
1. ábra

Az 1. sz. ábrán láthatjátok, hogy a Nap, a Föld és a Hold melyik helyzetében lehet megfigyelni ezt a tüneményt.

Így hát a mi Földünk égi csillag, világító égitest, bár saját magának nincs fénye.

A Föld alakja

Az ókorban azt hitték, hogy a Föld lapos. A 2. sz. ábrán olyannak látjátok a Földet, amilyennek a rómaiak képzelték.

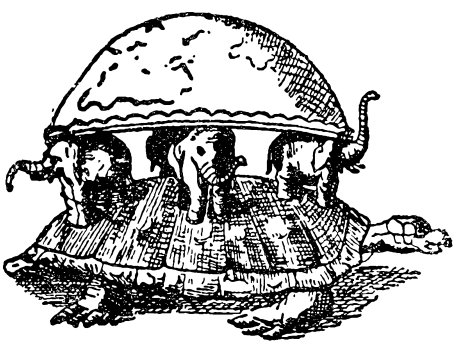


2. ábra

Ám, ha a Föld lapos, hogyan magyarázhatjuk meg azt, hogy az égen napkelte előtt és napnyugta után hajnalpír, illetve alkonypír látható bizonyos ideig? Minden nap kezdetét hírüladja a hajnalpír: amikor a látóhatár még egészen sötét, az égbolt tetején már fénylenek a napsugarak és ez a hajnalpír fokozatosan mintegy leereszkedik a Földre.

De vajjon egy lepényszerűen lapos Földön meg tudnánk-e figyelni ezt a szép jelenséget? Nyilvánvalóan nem! Más a helyzet, ha elfogadjuk, hogy a Föld felszíne domború. Akkor egyszerre érthetővé válik, miért változik fokozatosan az égbolt megvilágítása napkelte előtt és napnyugta után.

Azt az elképzelést, hogy a Föld gömbalaku, más megfigyelések is megerősítik. Így például síkságon az ember már messziről meglátja az épületeket és a fákat, de mindenekelőtt a magas épületek tetőzetét és a fák csúcsát veszi észre. Még ha látcsövön néz is az utas, akkor sem látja meg az épületek alsó részeit, vagy a fák tövét, mert elfedi azokat a Föld felületének domborulata.



3. ábra

Mindezt az emberek megfigyelték már az ókorban és már akkor elvetették azt a gondolatot, hogy a Föld lapos. De még sok évszázad telt el, amíg a tudósok rájöttek, hogy a Föld — golyó.

A régi indusok a Föld egyik oldalát, vagyis a felső részét domborúnak képzelték el, míg a Föld másik, alsó részét laposnak tartották. Úgy képzelték, hogy a Föld három elefánt hátán nyugszik, az elefántok pedig egy óriási teknősbékán állnak.

Ez természetesen tisztára fantasztikus elképzelése a Földnek. Helyes elképzelés csak akkor alakult ki a Föld formájáról, amikor az emberek hosszú utazásokra kezdtek vállalkozni, bár az első feltevés, hogy a Föld golyó, már több mint két és félezer évvel ezelőtt elhangzott.

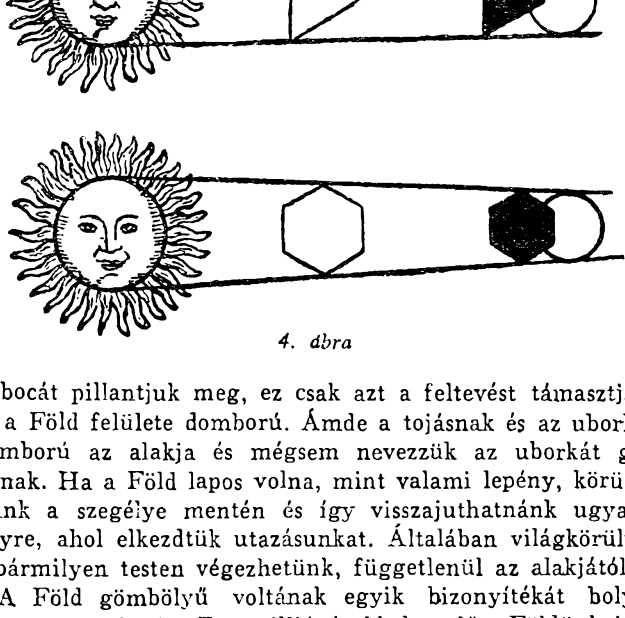
Az ókori tudósok észrevették, hogy holdfogyatkozás idején a Hold belekerül a Föld árnyékába. Ha a Föld alakja hatszögletű volna, vélekedtek az ókori csillagászok, akkor a Föld árnyéka is hatszögletű lenne. Ha az emberek háromszögletű Földön élnének, akkor az árnyéka is háromszöget mutatna. Ám az összes hold-

fogyatkozásnál a Föld árnyéka köralakot mutat, a köralakú árnyék pedig, amint a 4. ábrán látható, azt bizonyítja, hogy a Föld gömbölyű.

Ez teljesen helyes következtetés volt, mert csak a gömb ad mindig, bármilyen helyzetben köralakú árnyékot.

Némely ember azt hiszi, hogy a közeledő vagy távolodó hajó, vagy a földkörüli utazás megvalósításának lehetősége elégséges bizonyíték arra, hogy a mi Földünk gömbalakú.

Azonban ez a jelenség nem szolgálhat kétségbevonhatatlan bizonyítékul. Ha mi a látóhatáron először a hajó kéményét vagy



4. ábra

az árbocát pillantjuk meg, ez csak azt a feltevést támasztja alá, hogy a Föld felülete domború. Ámde a tojásnak és az uborkának is domború az alakja és mégsem nevezzük az uborkát gömbalakúnak. Ha a Föld lapos volna, mint valami lepény, körülutazhatnánk a szegélye mentén és így visszajuthatnánk ugyanarra a helyre, ahol elkezdtük utazásunkat. Általában világkörüli utazást bármilyen testen végezhetünk, függetlenül az alakjától.

A Föld gömbölyű voltának egyik bizonyítékát bolygónk története szolgáltatja. Ezermillió évekkel ezelőtt Földünk izzásig hevült anyagok sűrű halmaza volt, olyan folyadékoké és gázoké, amelyek kiváltak a Napból. Ez az izzó golyó csak gömbbé válhatott: a folyadékok, amelyek minél kisebb térfogatot igyekeznek

felvenni, mindig gömbalakot öltenek. Valóban, bizonyára magatok is észrevettétek már, mint futkosnak egy felhevített fémlemezen a vízgolyócskák, mint hullanak gömbalakúan a nagy esőcseppek.

Idővel a Föld lehült, megszilárdult, de eredeti alakját nem vesztette el. Gömbalakú maradt és most a tökéletesített csillagászati műszerek segítségével nagyon pontosan meg lehet határozni minden irányban a Föld felszínének görbületét. Ezek a mérések arról beszélnek, hogy a Föld majdnem teljesen gömbalakú, csak a sarkoknál kissé benyomódott.

Tudjuk, hogy az összes égitestek — a csillagok és a bolygók is — gömbalakúak. A mi Földünk — bolygó — és szintén gömbalakú.

A Föld nagysága

A Földnek méreteit meghatározni először Eratoszthenésznek sikerült. Időszámításunk előtt 276-tól 194-ig élt, vagyis több mint kétezer évvel ezelőtt. Eratoszthenész író is volt, csillagász is, matematikus is, történetíró is. Kortársai joggal tekintették koruk egyik legtudósabb emberének. Nem voltak pontos műszerei, nem tett világkörüli utazásokat, de egyszerű, szellemes eszközt alkalmazott a Föld méreteinek meghatározására.

Eratoszthenész megállapította, hogy ha meg akarjuk tudni a Föld kerületét, elég megmérni egy részét, a teljes körívnek egy kis hányadát és azután kiszámítani, hogy ennek az ívrésznek a hossza hányszor foglaltatik a teljes kerületben. Ez egyszerű mértani feladat volt és Eratoszthenész megoldotta, mivel ismerte két városnak — Alexandriának (ahol élt) és Siennának (ma Asszuán), ahová gyakran jártak kereskedő karavánok — egymástól való távolságát. Egyszerű mértani eszköz segítségével, a Nap állásának magasságát egy és ugyanazon időpontban és pedig délben alapul véve kimutatta, hogy az említett városok közötti távolság (a megmért ívszelvény) az ötvened része a Föld egész kerületének. Így megismerve a földkerület nagyságát, a tudós kiszámította a földgolyó sugarát.

Most is Eratoszthenész módszerével határozzák meg a Föld nagyságát, de magától értetődik, korunk tudósainak már sokkal tökéletesebb műszerek állanak rendelkezésükre, mint azok, amelyekkel Eratoszthenésznek be kellett érnie.

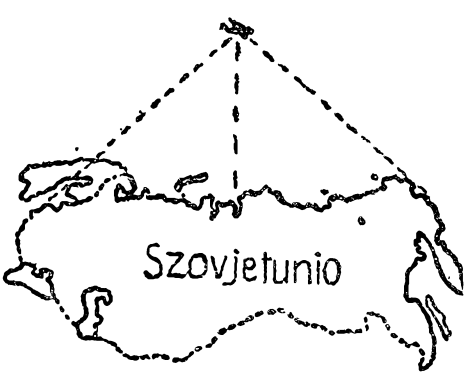
Annak a földkörnek a hosszúsága, amely az északi és a déli sarkon halad át, megközelítően 40,000.000 méter. Ez a délkör hosszúsága. Innen származik a hosszúságmérték, a méter: a délkör hosszúságának negyvenmilliomod része. Könnyen magunk elé tudjuk képzelni a métert. Ezt a hosszúságmértéket mindennap használjuk a legkülönbözőbb méréseknél. De már sokkal nehezebben tudunk elképzelni negyvenmillió métert: a földgolyó kerületének hosszúságát, azaz negyvenezer kilométert.

Végig tud-e járni az ember egész élete alatt ekkora távolságot?

Ezt el tudjuk bírálni a következő módon: átlagosan minden ember kb. harminc kilométert tehet meg naponta, következésképpen úgy három év alatt járhat be akkora távolságot, amekkora a Föld kerülete. Aki tehát szeret gyalogolni, élete folyamán úgy tizenkétszer-tizenháromszor is körül tudná gyalogolni a Földet, feltéve természetesen, hogy útközben mindenütt járható utat talál.

Képzeljétek el a Szovjetunió határainak kanyargós vonalát. Mi több: a földgolyó kerülete vagy hazánk határainak hosszúsága? Kiderül, hogy országunk határvonalainak hossza másfélszer annyi, mint a délkör vagy az egyenlítő hossza. Pusztán tengeri határaink hosszúsága sem marad el a délkör vagy az egyenlítő hossza mögött — tehát 40.000 kilométer.

Most képzeljük el, milyen messzire lát el az ember, ha sík területen áll. Kiderül, hogy látóköre négy—négy és fél kilométert tesz ki. Ha magaslatra áll, látóköre némileg kiszélesedik. Hogy kétszer olyan messzire lásson, testmagasságának négyszeresére kell felemelkednie. A repülő egy kilométer magasságból 115 kilométernyi távolságra lát el, a Sztálin-csúcs magasságából pedig (7495 méter), ha nem akadályoznák a környező hegyek, 310 kilométernyi távolságra lehetne ellátni.



5. ábra

A végből, hogy végigjártassuk pillantásunkat hazánk egész területén, legszélsőbb keleti határától nyugatiig, vagyis hogy beláthassunk hatezerhatszázhatvan kilométernyi területet, ezer kilométer magasságra kellene felszállanunk, azaz elhagynunk a Föld határát és kihatolnunk a világűrbe.

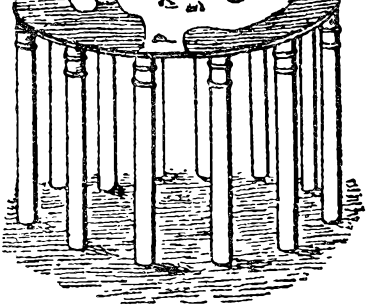
Hogy megláthassuk a Szovjetunió legszélsőbb déli és északi pontját, *hétszáz kilométer* magasra kellene repülnünk a tenger színe fölé. Ezt ma nem tudjuk megtenni, de idővel, amikor űrhajók fognak közlekedni az egyes bolygók között, azoknak utasai csak ekkora magasságból gyönyörködhetnek majd egyszerre hazánk egész területében.

Íme, ilyen nagy a mi hazánk, amely a szárazföld egyhatodát és az egész földfelület huszadrészét foglalja el, földfelületen értve az óceánok, tengerek, szárazföldek és szigetek felszínének összességét.

A Föld a világűrben

Min nyugszik a Föld?

Ahogy említettük, az ókori indusok úgy gondolták, hogy a Föld elefántokon nyugszik, az elefántok egy teknősbékán, a teknősbéka pedig az óceánon. Hogy min nyugszik az óceán? — erre a kérdésre nem találtak feleletet. Az ókorban sok ilyen együgyű feltevést eszeltek ki az emberek. Az áldozópapok például azt állították, hogy a Föld tizenkilenc oszlopon nyugszik, ezek az oszlopok pedig áldozati állatokon. Így tehát ha a Föld lakói serényen hordják az áldozatokat, úgy a Föld tartósan és szilárdan nyugszik majd alapjain, s minden jól fog menni. De ha az emberek fösvénykednek, magukra vessenek, amiért nem kerülik el a szerencsétlenségeket.



6. ábra

Nyilvánvaló, hogy ez a magyarázat azoknak volt előnyös, akik az áldozatokat kapták, vagyis az áldozópapoknak és ők cseppet sem feszélyeztették

magukat, hogy elámítsák a tudatlan embereket. Nem meglepő, hogy az efféle bárgyú magyarázat egyáltalán nem elégítette ki a gondolkodó embereket. De a valóságnak megfelelő magyarázat később jött meg, amikor már felhalmozódtak a csillagászati ismeretek. A Föld semmin sem nyugszik, hanem mozog a Nap körül és ez magyarázza meg egyensúlyát, fennmaradását a világűrben.

Minden ember tudja, hogy a vízszintesen eldobott kő egy darabig előre repül, e közben állandóan közeledik a Föld színéhez és végül is ráesik. Próbáljunk nagy erővel eldobni egy követ: az nagyobb távolságra repül el, de végül mégis csak lehull. A puskagolyó, az ágyúlövedék, noha néhány kilométerre is elrepül, mégsem hagyja el a földi határokat.

Miért esik minden eldobott tárgy, repüljön bármilyen magasra (hiszen egyes lövedékek röppályájukon a sztratoszférába is eljutnak), mégis a Földre? E jelenség magyarázata egyszerű: minden tárgy alá van vetve a Föld nehézségi erejének. Ezt az erőt csak olyan tárgy tudná leküzdeni, amelynek másodpercenkénti mozgási kezdősebessége tizenegy kilométer körül van. Ilyen sebesség mellett a tárgy nem esik vissza a Földre, hanem körülötte fog keringeni, akárcsak a Hold.

7. ábra

A kilőtt golyó le tudná küzdeni a Föld nehézségi erejét és kirepülhetne a világtérbe, de csak akkor, ha mozgásának kezdeti sebessége több volna, mint tizenegy egész és két tized kilométer másodpercenkint.

Sokan azt hiszik, hogy a Föld nehézségi ereje, vonzóereje megszűnik a légkör, azaz a Földet körülburkoló levegőréteg határán. Ez téves elképzelés. Ha így volna, a Hold nem maradhatna a Föld útitársa. Már régen elrepült volna a Föld közeléből és nem látnánk őt az égbolton. A Föld vonzóereje minden irányban szétterjed, de csökken a távolság növekedésével. Ezt az igen fontos törvényt 1682-ben fedezte fel Newton, a híres angol csillagász és törvényének idevágó részét így fogalmazta meg: „A nehézségi erő fordítottan arányos a távolság négyzetével."

Newton ennek a törvénynek segítségével tudta megfejteni,

miért nem esik a Hold a Földre és miért nem repül tőle távolabbra.

A Hold réges-régen vált el a Földünktől, mikor az még cseppfolyós állapotban lévő golyó volt: anyagok megolvadt tömege. Ha a Hold nagyobb sebességgel repült volna el a Földtől, mint a valóságban történt, akkor a Hold örökre kisodródhatott volna a mindenség végtelen térségébe. Ha az elszakadó Hold kezdeti sebessége akkor kisebb lett volna, nagy katasztrófa következik be: a Hold visszaesett volna a Földre. De hát a Hold éppen akkora sebességgel mozog, hogy nem szakad el a Földtől, nem is esik vissza reá, hanem kering körülötte bizonyos távolságban. Ezt elsőnek Newton mutatta ki meggyőzően pontos csillagászati számításokkal.

Newton törvénye azt a kérdést is megvilágítja, hogy miért forog a Hold a Föld körül (és nem a Föld a Hold körül). A kisebb tömegű (könnyebb) test mindig a súlyosabb körül kering. És minthogy a Föld tömege nagyobb, mint a Holdé, ennélfogva a kisebb Holdnak kell a nagyobb Föld körül keringenie.

Newton törvényét a világmindenség nehézkedési törvényének nevezik és ez azt mondja, hogy a nagyobb tömegű test magához vonzza a könnyebbet, tehát bármilyen test, legyen hatalmas égitest vagy szabad szemmel nem látható, mikroszkópikus porszem, alá van vetve ennek a törvénynek.

Ha ránéztek a 8. ábrára, érthetővé válik előttetek, milyen erők tevékenykednek a mi Földünkön és hogyan megy végbe a Föld forgása a Nap körül.

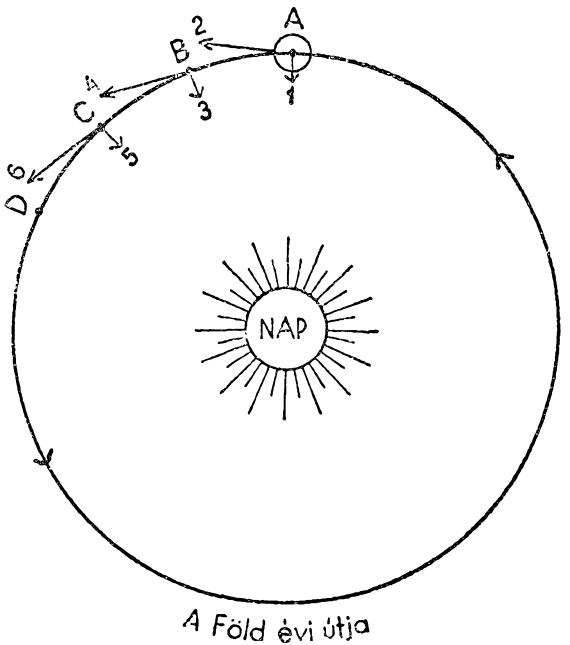
A nagyobb tömegű Nap vonzza a Földet és az igyekszik közeledni hozzá. Tegyük fel, hogy a Föld elmozdul az A pontból és bizonyos időtöredék alatt az 1. sz. nyíl végére ér. Ám ugyanezen idő alatt a Földnek tehetetlenségénél fogva el kellene jutnia a 2. sz. ponthoz. Ilyképpen a Földre egyidejűleg hat két erő: az egyik (a Nap vonzóereje) magához húzza a Földet, a másik — érintőirányban távolítani igyekszik a Földet a Naptól. E két erő hatása folytán a Föld a B pontba mozdul el. A Föld további útja érthető: mindkét erő hatására a Föld B pontból C pontba halad tovább, innen a D pontba és így tovább.

Így végzi el Földünk egy év alatt forgását a Nap körül.

Tegyük fel, hogy a Föld a valóságosnál kisebb távolságra

van a Naptól és ugyanakkora sebességgel mozog. Mi történne ekkor? Magától értetődik, hogy ez esetben a Föld ráesne a Napra. Tegyük fel, hogy a Föld a valóságosnál távolabb van a Naptól s megőrzi eddigi mozgási sebességét. Ez esetben a Nap vonzóereje elégtelennek bizonyulna és a Föld elszakadna a Naptól, kirepülne a világűrbe.

Földünk, a tudósok számításai szerint, legalább hárommilliárd éves. Ez idő óta napról napra, évről évre változat-



A Föld évi útja

8. ábra

lanul teszi meg útját a Nap körül és centripetális, valamint centrifugális erejének egymáshoz való viszonya azóta nem változott. Ezért mondhatjuk meggyőződéssel: még sok-sokezer évig ugyanúgy fog ragyogni fölötte a Nap, a Föld pedig a Nap éltető sugaraiban egyenletesen és változatlanul folytatja majd útját.

Ilymódon a Föld minden évben 942,000.000 kilométer utat

tesz meg. A Föld pályáján óriási sebességgel — másodpercenként körülbelül harminc kilométerrel — száguld. Mozgásának sebessége olyan nagy, hogy mi emberek igen nehezen tudjuk elképzelni ezt a roppant gyors rohanást. Hiszen a Föld mozgása sokszorta gyorsabb a puskagolyóénál. De az emberek nem veszik észre ezt a nagy sebességet, minthogy a Földdel együtt ők is résztvesznek ebben a száguldó keringésben.

A Föld — „pörgettyű"

Ha a Föld csak a Nap körül mozogna, nem ismernénk a nappalnak és az éjjelnek a váltakozását. De a Föld, miközben évi útját végzi a Nap körül, 365-ször megfordul sajátmaga, vagy, mint mondani szokták: „saját tengelye körül" is.

A valóságban a Földnek nincs semmiféle tengelye és az a kifejezés, hogy „megfordul saját tengelye körül", azt jelenti, hogy a Föld egy teljes, 360 foknyi, fordulatot végez önmaga körül.

Attól az időponttól kezdve, hogy megszületett, a Föld hónapról hónapra, évről évre szakadatlanul végzi napi forgását önmaga körül. A Föld nyugatról kelet felé forog és azért úgy tűnik fel nekünk, mintha a Nap és a többi égitest mozogna keletről nyugat felé (ellentétben a tényleges mozgással; e végből idézzük emlékezetünkbe a tárgyak látszólagos mozgását a mozgó vonathoz viszonyítva).

Bizonyítja-e a nappalnak és az éjjelnek a váltakozása a Föld forgását önmaga körül? Nem. Képzeljétek el, hogy a Földgömb mozdulatlan, a Nap pedig forog körülötte. Akkor naponta éppígy láthatnók a nappali világosság váltakozását az éjtszakai sötétséggel. Így is gondolták ezt az ókorban.

Ám tegyük fel, hogy a Föld a mindenség mozdulatlan középpontja és hogy a Nap naponta (bár a Földhöz viszonyítva óriási nagyságú) maga száguldja körül bolygónkat. Ekkor felvetődik a megmagyarázhatatlan kérdés, miért kell a nagyobb testnek keringenie a kisebb körül? De ha figyelmen kívül hagyjuk ezt a nehézséget, akkor is alig lehet elképzelni azt a valószínűtlenül nagy sebességet, amellyel a Napnak a Föld körül kellene futnia. 365-szörte gyorsabban kellene száguldania a Földnél, vagyis *másodpercenként tízezer kilométer* sebességgel, tehát *tizenkétezerszer* gyorsabban a kilőtt puskagolyónál.

A Nap a Földhöz legközelebb levő csillag. A következő legközelebbi csillag háromszázezerszer messzebb van a Földtől, mint a Nap és ennek a csillagnak mégis minden csillag-nap alatt meg kellene futnia egy körpályát a Föld körül és ismét visszatérnie eredeti helyére. Itt már igazán valószínűtlenül nagy gyorsaságot kellene feltennünk, olyant, amely összemérhetetlenül nagyobb a fénysugár terjedési sebességénél! A távolabbi csillagok pedig még nagyobb, szinte természetfeletti sebességgel kellene hogy száguldjanak.

Ekkora, a rendkívüli is meghaladó sebességet a csillagászok nem észleltek és nem is észlelhetnek. Nem észszerűbb-e tehát azt feltenni, hogy a Föld nem mozdulatlan középpontja a világmindenségnek, hanem közönséges bolygó, amely maga körül forog?

A nagy orosz tudós, M. V. Lomonoszov, Kopernikusz lelkes követője, a Földről, mint mozdulatlan világközpontról szóló elavult tan híveivel folytatott harcában egy igen szellemes hasonlatot alkalmaz. Egyik költeményében leírja a vitát Kopernikusz tanának hívei és ellenzői között. A nehéz kérdést — forog-e a Föld tengelye körül — egy szakács dönti el, aki így beszél:

„Én őszintén megvallva, nem voltam a Napon,
Ám ugyan ki látott oly bárgyú szakácsot,
Aki a sült körül tűzhelyet forgatott? . . .“

De hogyan bizonyítják a jelenkor tudósai azt, hogy valóban forog a Föld? A csillagászoknak igen sok bizonyítékuk van erre, s ezek közül legalább tíz döntő bizonyíték. A legszemléltetőbbek és legmeggyőzőbbek egyike a Foucault-féle ingakísérlet.

A kísérlet lényege könnyen érthető: a legegyszerűbb inga is (például egy fonál végére kötözött kő vagy egyéb súly) állandóan egy és ugyanazon síkban fog lengeni. Még ha megcsavarjuk is a fonalat és összesodorjuk szabad végét, az inga lengési síkja akkor sem változik.

Íme, ezt a szemléltető kísérletet mutatta be az 1851-ik évben Foucault francia tudós, hogy szemmel láthatóan bebizonyítsa a Földnek egy nap alatt végzett forgását.

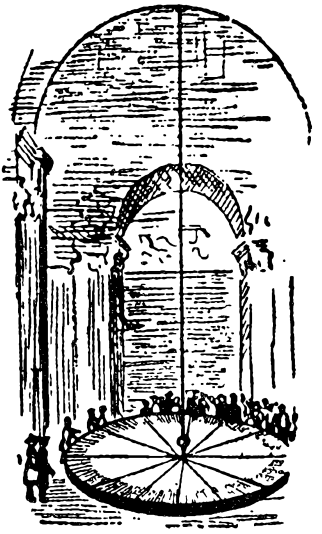
Párizs egyik legmagasabb épületében, a Pantheonban, egy volt templomban, 67 méter hosszú acélfonalat függesztett fel a mennyezetre, a fonál alsó végére pedig egy 28 kg-os súlyt akasz-

tott. Foucault így okoskodott: ha a Föld valóban megfordul naponta önmaga körül, akkor a Pantheon padlója is, mennyezete is fokozatosan elfordul. Azonban a lengő inga eközben is megtartja mozgásának eredeti irányát, vagyis lengési síkját, amint ezt a fizikusok mondani szokták.

Az inga tehát minden lengésénél új nyomot rajzol. A végből, hogy az inga minden lengése látható jelet hagyjon maga után, a Pantheon köralakú padlóját homokkal borították, az inga súlyához pedig tűt erősítettek.

Foucault kísérlete fényesen sikerült: az inga lengési ideje alatt köröskörül annyi jelet rótt a homokba, amennyit a számítások előre megmondottak. A Föld tehát forog! — bizonyította be kísérletével Foucault.

A kísérlet annyira szemléltető és meggyőző volt, hogy minden kételkedés magától megdőlt. Később a különböző országok számos városában megismételték Foucault kísérletét. Leningrádban a kísérlet még szemléltetőbb volt, minthogy az Izsák-székesegyház mennyezetéhez hosszabb (94 méter) fonalat erősítettek és erre nehezebb súlyt (60 kg) erősítettek, mint a Pantheonban. Ennek következtében az inga egy perc alatt 18 milliméterrel, majdnem 2 centiméterrel tért el.



9. ábra

A különböző foglalkozású emberek igen gyakran találkoznak mindennapi munkájuk közben a Föld napi forgásának tüneményeivel és bizonyítékaival. Így például ismeretes, hogy a függőleges, mély bányaakna fenekére leeső súly keleti irányban tér el, szintúgy a messzehordó ágyúk lövedékei is, továbbá a nagy folyók egyik partját a víz mindig alámossa, végül a földgömb kissé belapult a sarkoknál.

Mindezek a megfigyelések bizonyítják, hogy a Föld forog.

Mi is történik a Föld forgásának következtében?

Tudjuk, hogy a különböző hosszúsági fokon (de nem szélességi fokon) fekvő városoknak megvan a maguk külön időszámítása. Minél keletebbre fekszik a város, helyi ideje annál előrehaladottabb, mint a nyugatabbra fekvő városoké. Minden hosszúsági foknak a helyi időben négy perc eltérés felel meg.

Amikor Kaliningrád városában déli 12 óra van, legtávolabbi keleti településeinken 11 órával több, vagyis 11 óra éjtszaka.

A mi országunk az összes közt a legnagyobb megszakítatlan szárazföldi terület és ezért nagy időkülönbséget észlelhetünk hazánk keleti és nyugati határai között.

Hogy ne legyen zavar a számtalan különböző helyi idő miatt, az egész világon bevezették a nemzetközi időszámítást. Az egész földgolyót délkörökkel 24 részre osztották, a napi órák számának megfelelően. Minden ilyen délkörök által határolt részt óraövnek neveznek.

A greenwichi (grinicsi) délkör a közepe a kezdő, nullás óraövnek, melynek határai a hét és fél fokkal *keletre és nyugatra* fekvő délkörök. Az 1. sz. óraöv (középeurópai idő) keletre fekszik a nullástól, közepén a 15 fokos délkör halad keresztül. Még keletebbre helyezkedik el a második óraöv, ezután a harmadik és így tovább — mind keleti irányban következnek egymásután.

Érthető, hogy miért vezették be az óraöv-időszámítást, és hogy mik ennek az előnyei. Az utasnak, egyik városból a másikba érkezve, nem kell állandóan átigazítani órájának mutatóit: ezt csak akkor teszi, ha áthalad az óraöv határán. Nagyon kényelmes, hogy ugyanazon óraöv nagy városainak ugyanaz az időszámításuk.

Túloldalon közlünk egy táblázatot, amelyről leolvasható, milyen időt mutatnak a Szovjetunió városainak és településeinek órái akkor, amikor Moszkvában például az óra 10 óra 18 percet és 16 másodpercet mutat.

Naponta néhányszor halljátok a rádión ezeket a szavakat: „moszkvai időszámítás szerint". A második oszlopra nézve, megtudjátok, hogy ez a 2. óraöv ideje. Ugyanez az idő Vologdában, Leningrádban, Kievben, Minszkben, Tulában, Szimferopoljban is és több más városban.

De hol kezdődik minden újabb nap? Hol kel fel legelőször a Nap? Sokan azt felelik erre, hogy Japánban (nem hiába nevezik a „felkelő Nap" országának), ám ez nem pontos megállapí-

1. óraöv

9 ó 10 p 15 mp

Vilynyusz
Kaliningrád
Lyvóv

2. óraöv

10 ó 18 p 16 mp

Vologda
Voronyezs
Arhangelszk
Dnyepropetrovszk
Kiev
Leningrád
Minszk
Moszkva
Odessza
Szimferopolj
Tula
Harkov

3. óraöv

11 ó 18 p 16 mp

Asztrahany
Baku
Gorkij
Jerevan
Ivanovó
Kazány
Kujbüsev
Szaratov
Sztálingrád
Tbiliszi

4. óraöv

12 ó 18 p 16 mp

Asabad
Magnitogorszk
Cskálov
Molotov
Szamarkand
Szverdlovszk
Ufa

5. óraöv

13 ó 18 p 16 mp

Alma-Ata
Omszk
Sztálinabad
Taskent
Frunze

6. óraöv

14 ó 18 p 16 mp

Krasznojarszk
Novoszibirszk
Tomszk

7. óraöv

15 ó 18 p 16 mp

Irkutszk
Csita
Verhojanszk

8. óraöv

16 ó 18 p 16 mp

Buhta Tikszi

9. oraöv

17 ó 18 p 16 mp

Vladivosztok
Habarovszk
Dalynyij

10. óraöv

18 ó 18 p 16 mp

Nogajevó
Ohotszk
Szrednye-Kolümszk

11. óraöv

19 ó 18 p 16 mp

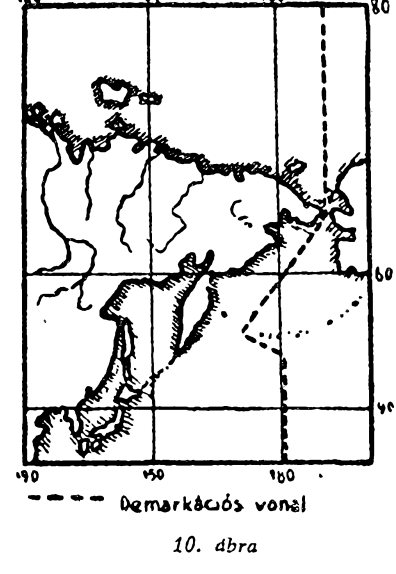
Petropavlovszk
Kamcsatka

12. óraöv

20 ó 18 p 16 mp

Anadürj
Müsz Vankarem
Vrangel-sziget
Uellen

tás és Japán hiába választott magának ilyen költői elnevezést. Már régen megállapodtak nemzetközi megegyezéssel abban, hogy minden nap kezdőpontjául a 180 fokos délkört választják. Ezt a „dátumváltozás vonalának" vagy „az idő demarkációs vonalá"-nak nevezik. A térképen láthatjátok a „napok elválasztásának" ezt a képzelt vonalat.



10. ábra

Nézzétek meg a térképen: minden újabb nap legkorábban a Beringszoros (Djezsnjev-fok) partjainál kel fel, tehát a Szovjetunióban. Japánban pedig minden nap kezdete két órával később köszönt be.

Verne Gyula „Utazás a Föld körül nyolcvan nap alatt" c. könyvének a hőse Phileas Fogg fogadását csak azért nyerte meg, mert világkörüli útját nyugatról kelet felé tette meg. Ő a nappal szemben haladt, minden délkörfoknál négy percet nyert és ilyképpen egy egész napot takarított meg. Ha ennek a regénynek nyugalmából ki nem zökkenthető hőse a másik irányt választotta volna — keletről nyugat felé —, elvesztett volna egy teljes napot és elvesztette volna fogadását is.

Nekünk valószínűtlennek tűnik fel, hogy két napon át ugyanannak a napnak a dátumát halljuk. Ám ez megesik, ha a hajó állandóan kelet felé halad és átszeli a dátumváltozás vonalát. Akkor a hajónaplóban kétszer ismétlődik *ugyanannak a napnak* a dátuma. Ha pedig a hajó nyugat felé haladva szeli át a demarkációs vonalat, akkor egy napnak a dátumát kihagyják. Így amikor Maghellán megtette első földkörüli útját, egy napot útközben „elvesztett".

Íme, milyen különös következményei vannak a Föld forgásának az emberekre nézve!

Sokak előtt úgy tűnik, hogy a nyugati irányban való utazásnak éppen ellenkezőleg bizonyos előnyei vannak. Tegyük fel például, hogy elindultok nyugat felé. Előttetek van egy széles folyó, amelyen nincs híd. Hátha talán sikerül mégis átjutni más módon: felugortok a levegőbe és már a másik parton ereszkedtek le. Azon is tűnődhetnétek, hogy az emberek miért nem szállnak fel léghajóval az európai parton és kivárva bizonyos időt a levegőben, míg a Föld alattuk elfordul, miért ne lehetne egyszerűen földreereszkedniök Amerikában.

Sajnos, ez a leleményes utazási mód nem valósítható meg és pedig azért nem, mert a levegőbe ugró ember is, a felszálló léggömb is, együtt mozog a Földdel.

Földünk gömb és ezért az egész földfelület különböző helyei különböző sebességgel forognak. Leggyorsabb a mozgás az egyenlítő vonalán: az egyenlítő minden egyes pontja másodpercenként 465 méter sebességgel forog, de a sarkok felé haladva, a felületi pontok forgási sebessége csökken. Leningrádban — ez a város a 60-ik szélességi fokon fekszik — a forgási sebesség fele annak, mint az egyenlítőn. Murmanszkban még lassúbb. A sarkokon a centrifugális erő hatása egyáltalán nem mutatkozik. Emiatt az egyenlítőnél minden tárgy könnyebb, „kevesebbet nyom" (ha rúgós mérlegen mérik), mint a sarkokon.

Ha a földgolyó *tizenhétszerte gyorsabban* forogna és ennek következtében egy nap tartama csak 1 óra és 25 perc volna, akkor az egyenlítőnél egyetlen tárgynak sem volna súlya: ilyen nagy a hatása a centrifugális erőnek.

Mi történnék, ha bolygónk egyszerre megállna és megszűnne forogni? Rettenetes elemi csapások lépnének fel ebben a pillanatban: épületek, fák, emberek, állatok — minden, ami csak a föld felszínén található, elrepülne a tehetetlenség következtében, keleti irányban. Csak a sarkokon nem, mert ott nincs centrifugális erő. Még elképzelnünk is nehéz, milyen óriási méretű pusztulás és rombolás következnék be a Föld hirtelen megállása esetén. Virágzó bolygónk átváltozna kietlen sivataggá... De nem kell tartani ilyesféle katasztrófától: a Föld forgása nem változhat meg ilyen hirtelen sem most, sem a jövőben!

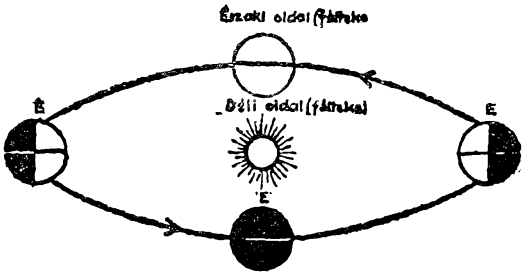
A Föld évi mozgása

A Föld 365-ször és egynegyedszer fordul meg saját tengelye körül azalatt, míg egyszer megkerüli a Napot.

Miféle behatások érik az embereket a Föld évi mozgásának eredményeképpen?

A Föld mozgásának köszönhetjük mindenekelőtt az évszakok váltakozását. Ha a Föld nem keringene a Nap körül, akkor a Földön nem lenne sem tavasz, sem nyár, sem ősz, sem tél.

A Föld évi mozgása nélkül bolygónkon az évszakváltozás lehetetlen volna. Továbbá nem ismernénk a téli fagyokat, a nyári forróságot, az üdítő tavaszt, a csatakos őszt abban az esetben sem, ha a Föld úgy mozogna a Nap körül, hogy az egyenlítő síkja pontosan egybeesnék a Föld napkörüli mozgásának a síkjával.



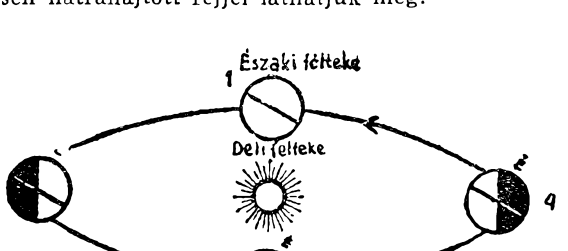
11. ábra

Ebben az esetben ugyanis a Föld bármely pontján állandóan egyforma, ugyanaz az évszak volna. Az egyenlítőn délben a Nap mindig fejünk felett, a zeniten állna. A sarkokon, mind az Északin, mind a Déliń, a Nap sem nem emelkedne, sem nem süllyedne a látóhatár alá. És a nappal a Föld minden zugában (kivéve a sarkokat) mindig egyformán tizenkét óráig tartana. Ugyanennyi volna az éjtszaka időtartama.

De ezek közül a jelenségek közül a valóságban egyik sem tart egész éven át és az emberiség hagyományaiban nem maradt fenn semmi emléke az állandó tavasz-ősznek vagy az állandóan egyenlő hosszú nappalnak, minthogy ilyesmi sohasem volt és nem is lehetett. Mindez lehetetlen, mivel a Föld képzelt tengelye kissé elhajlik a síktól, amelyben a földgolyó kering a Nap körül.

A Föld képzelt tengelyének hajlása változatlan és állandó, a Földön sok jelenségnek az oka ez, amelyeket mindnyájan jól ismerünk, bár nem mindig adunk számot magunknak arról, hogy mi váltja ki ezeket a jelenségeket.

Milyenek az évszakok a valóságban? Amikor nálunk az északi féltekén nyár van, akkor a Nap az Északi sarkon hat hónapig (március 21-től kezdődően) nem nyugszik le. Ugyanebben az időben a Déli sarkon áthatolhatatlan éjtszaka van. Ekkor a Nap délben az egyenlítő „felett" a Ráktérítő vonalán áll a zeniten. Június 22-én Kuba szigetén, Havanna városában délben egy tárgy sem ad árnyékot! Ezen a napon a Napot Havannában csak erősen hátrahajtott fejjel láthatjuk meg.



12. ábra

A leghosszabb nap az egész északi féltekén június 22-e, míg az egyenlítő másik oldalán ez a legrövidebb nap. A Szovjetunió legdélibb pontján, Kuski város táján ezen a napon a Nap délben majdnem 80 fokig emelkedik a látóhatár fölé. Ezen a napon Kuski-ban délben bármely tárgynak az árnyéka a tárgy magasságának csupán egy ötöde. Tehát egy 170 cm magas embernek az árnyéka ezen a napon alig valamivel hosszabb a talpánál.

A magas északon, az Északi sarknál a Nap elég alacsonyan mozog a látóhatár síkja felett (23.5 foknyira). Ferde sugarai nem tudják megmelegíteni a földet, azaz helyesebben az Északi jegestenger jegét, amelynek közepén helyezkedik el az Északi sark. Ezért a Szovjetunió északi részén a szó szoros értelmében nincs valóságos nyár, bár az Északi sarkon a Nap megszakítás nélkül süt és nem nyugszik le hat hónapon keresztül (március

21-től szeptember 23-ig). Az Északi sark vidékén egész nyáron át tart a sarki nappal. A nappal időtartama fokozatosan csökken olyan mértékben, ahogy távolodunk a sarktól. Az Északi sarkkörön (66 és ½ fok északi szélesség) már csak egy napon, június 22-én nem megy le egyáltalán a Nap és tart 24 óráig a nappal. Északon, az északi sarkkör közelében, de attól kissé délebbre, a Nap nyáron már lenyugszik, de nem hosszú időre és nem mélyen. Ezeken a helyeken nem áll be éjtszakai sötétség, ez a nyári „fehér éjtszakák" ideje, amit olyan jól ismernek Észak lakói. Ám a még délebbre fekvő tájakon már nincsenek fehér éjtszakák, mivel ezeken a helyeken a Nap nappal jóval magasabbra emelkedik, mint az északibb szélességi fokok alatt. Éjjel pedig a Nap mélyebben megy le a látóhatár alá, úgyhogy sugarai már nem világítják meg napnyugta után is az eget.

Általában azt tartják, hogy a Nap keleten kel és nyugaton nyugszik. Ám ez csak kétszer történik meg egy évben (a napéjegyenlőségek idején, tehát március 21-én és szeptember 23-án). A valóságban, a Földnek a Nap körül való mozgása következtében és a Föld tengelyének hajlása folytán, a Nap minden következő napon kissé távolabb kel fel és nyugszik le attól a helytől, ahol az előző napon mutatkozott. következésképpen minden egymást követő nap kissé hosszabb vagy rövidebb az előzőnél. Nálunk, az északi féltekén a Nap nyáron nem nyugaton nyugszik

13. ábra

és keleten kel, hanem mindkét esetben jóval északabbra. Minél közelebb fekszik az Északi sarkhoz valamely hely, annál kisebb a távolság a látóhatár vonalában a napkelte és napnyugta pontjai között.

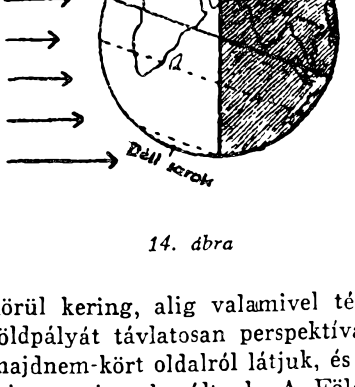
Ha figyelmesen megnézitek a 14. ábrát, akkor megértitek, hogy miért lehetségesek a fehér éjtszakák az északi tájakon és miért nem az északi félteke délibb szélességei alatt.

Északon, Leningrád közelében, ahol a Nap nem ereszkedik le mélyen a látóhatár alá, a napnyugta piros fénye összefolyik a

reggeli hajnalpírával, vagy mint Puskin mondja a „Rézlovas“ ban:

„Nem engedve az éj homályát
Az aranyos égboltra,
Váltja sietve az esthajnalt a hajnal,
Az éjnek csak egy félórát adva.“

És egy félév mulva — december 22-én — mindez megismétlődik, de most már a Déli sarknál. És az, amit az északi fehér éjszakákról mondunk, megismétlődik most a déli sarkkörnél: a Nap hosszú időn át nem nyugszik le, s a Déli sarkon és a körülötte elterülő vidékeken megfigyelhetők decemberben a fehér éjtszakák. Az északi sarkkörnél december 22-én egy nagyon érdekes jelenség megy végbe. Ezen a napon az északi sarkkör látóhatárán a Nap csak egy pillanatra tűnik fel: a Nap csak érinti a látóhatárt a déli ponton és ugyanott mingyárt el is tűnik.



14. ábra

Látszólag lehetetlen esemény történik: egyszerre van reggel, dél és este. És egyáltalán minek nevezzük ezt a bizonyos pontot: napkelte vagy napnyugta helyének? És az idő, amikor ez történik: hajnal-e vagy este?

Ha a Földnek a Nap körüli pályáját kell ábrázolni, vagyis a földpályát, melyről általában tudják, hogy ellipszisalakú, akkor sokan ezt az ellipszist nagyon elnyúltnak rajzolják. A valóságban az ellipszis, amelyen a Föld a Nap körül kering, alig valamivel tér el a körtől. Ám a rajzokon a földpályát távlatosan perspektívában ábrázolják, vagyis mi ezt a majdnem-kört oldalról látjuk, és csak azért mutatkozik ez az ellipszis annyira elnyúltnak. A Föld évi útja, akármilyen léptékben rajzoljuk is, körnek látszik, amelyről csak igen pontos mérésekkel lehet megállapítani az ellipszis-alakot, a kis lapultságot. De minthogy a Föld pályája óriási — körülbelül 942,000.000 kilométer

—, azért a Földnek a Naptól való legkisebb és legnagyobb távolsága között a különbség mégis több mint 4 és ½ millió kilométert tesz ki.

Sokan nem is gyanítják, hogy a földgolyó minden évben január elején van a legközelebb a Naphoz és július elején a legtávolabb tőle. Azonban a Naphoz való közelség vagy a tőle való távolság nem tesz észrevehetően hatást a hőmérsékletre a Föld északi és déli féltekéjén. Ez azzal magyarázható, hogy a Földnek a Naptól való legrövidebb és legnagyobb távolsága közötti különbség az átlagos távolságnak alig három százalékát teszi ki.

Sokkal lényegesebb ránknézve az, hogy miként és milyen szög alatt esnek Földünk felületére a napsugarak. A napsugarak beesési szögétől függ, hogy hideg, hűvös vagy meleg idő van-e a földgolyó valamelyik helyén. Az egyenlítőn vagy a térítők vidékén nincsen tél hóval és fagyokkal, ezeken a tájakon csak a legmagasabb hegycsúcsokon marad meg egész éven át a hó. Nézzétek meg az alábbi táblázatot és meg fogjátok érteni, hogy a földgömb mely helyein várható meleg és melyeken hideg idő.

	A Nap delelő magassága legnagyobb		legkisebb		
Az egyenlítőn	90	fok	65.5	fok	
A térítőkön	90	„	43	„	
Moszkvában	57.5	„	10.5	„	
Leningrádban	53.5	„	6.5	„	
Murmanszkban	44.5	„	— 1.5	„	(a látóhatár alatt)
Az Északi sarkon	23.5	„	—23.5	„	(a látóhatár alatt)

II. fejezet

A FÖLD ÚTITÁRSA: A HOLD

A Hold és fázisai

A Holdat a Föld útitársának nevezik. És ez igaz. Attól a pillanattól kezdve, hogy megszületett, hogy kivált a fiatal Földből, a Hold íme, sokmillió év óta változatlanul kíséri bolygónkat végnélküli futásában a Nap körül. A Hold nemcsak útitársa a Földnek, hanem egyszersmind a hozzánk legközelebb fekvő égitest.

A Hold hol eltűnik a mi földi égboltunkról, hol megjelenik keskeny sarló képében az esti vagy hajnal előtti időben, hol pedig a teli Hold önti hideg fényét a Földre. Ma már egy kissé másforma, mint tegnap volt, holnap pedig ismét megváltozik az alakja.

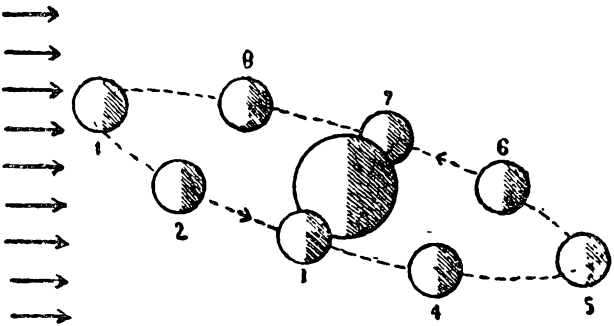
Vannak olyan fényes csillagos éjszakák is, amikor egyáltalán nem látjuk a Holdat. Ez az újhold ideje.

Miért van az, hogy a Hold nem mindig köralakú? Mi idézi elő a Holdnak ezeket az állandó alakváltozásait, vagy mint a tudósok mondják: „a Hold fázisváltozásait"?

Tíz ember közül kilenc rendszerint ezt válaszolja: „A Föld árnyéka elfödi a Holdat." De ez nem felel meg a valóságnak. Ha az emberek egy kissé figyelmesebben szemlélnék a természet jelenségeit, észre kellene venniök, hogy a földi tárgyak árnyékának, tehát magának a Föld árnyékának az iránya sem esik egybe a Hold helyével az égen. Következésképpen a Föld árnyékának itt nincs szerepe.

A 15. ábra feltünteti a Nap, a Hold és a Föld helyzetét

abban az időben, amikor reggel vagy este látni szoktuk a Hold sarlóját. Ebből látható, hogy a Föld árnyéka még egy részecskéjét sem fedi el a Hold felületének.

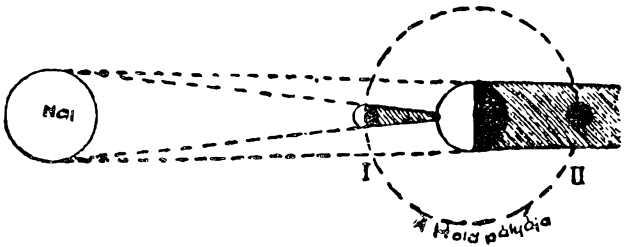


15. ábra

Itt egészen más ok játszik szerepet: mi a Holdat vagy egy részét csak akkor látjuk, amikor a Hold korongjára ráesnek a napsugarak és megvilágítják.

Telihold akkor van, amikor a holdgolyónak a Föld felé fordított egész felét teljes egészében megvilágítják a napsugarak. Ez csak egyszer fordul elő a holdhónap — azaz 29 és ½ nap — alatt. A Hold láthatatlanná válik a Földről — ez az újhold —, amikor a Föld felé a holdgolyó meg nem világított fele fordul. A Holdnak ez a fázisa 14—15 nappal a telihold után jelentkezik.

Attól függően, hogy a holdgolyónak mekkora és milyen részét világítja meg a Nap, hol keskeny szeletét, hol sarlóját, hol felét látjuk a Hold korongjának.



16. ábra

Most már megérthetjük, hogy újhold akkor van, amikor a Hold a Nap és a Föld között foglal helyet. Telihold pedig akkor, amikor a Föld a Nap és a Hold közé kerül. *Olykor* telihold idején ráesik a Holdra a Földnek az árnyéka és ilyenkor azt mondjuk, hogy holdfogyatkozás van.

A növekvő fiatal Holdnak a sarlóját (ennek domborulata jobbfelé néz) újhold és telihold közötti időszakban látjuk; a fogyó, öregedő Hold sarlóját pedig (balfelé néző domborulattal) telihold után.

A Hold fázisváltozásainak menetét megtanulhatjátok egy élesfényű lámpa és egy földgömb segítségével. Ez esetben a lámpa lesz a Nap, a földgömb a Hold, saját fejetek pedig a Föld.

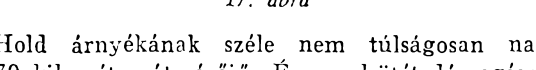
Vegyétek a földgömböt a kezetekbe és tartsátok azt a lámpa, azaz a Nap elé. Ez esetben felétek fordul a hold-földgömb meg nem világított fele. Most beléptetek az újhold fázisába. Ekkor forduljatok lassan balfelé, továbbra is kinyujtott kezetekben tartva a földgömböt. Megfigyelhetitek, hogy a ti hold-földgömbötökre jobbfelől mindig több és több „napsugár" esik a lámpából. Először jobbfelől egy fehér sáv jelentkezik, ez azután átváltozik sarlóvá, a sarló félkoronggá, majdnem teljes koronggá. És végül az egész hold-földgömb megvilágított felével fordul a Föld, azaz fejünk felé. Folytassátok forgástokat lassan tovább balfelé és észrevehetitek, miképpen kisebbedik fokozatosan a Hold megvilágított része, míg ismét be nem áll az újhold-állapot. A ciklus befejeződött, leírtatok egy teljes kört: eltelt egy hold-hónap.

Napfogyatkozás és holdfogyatkozás

A lámpával és földgömbbel végzett kísérletnél már megfigyelhettétek, hogy a Nap, Hold és Föld két alkalommal nagyjából egyvonalban helyezkednek el. Egyik esetben újholdkor: ekkor a Hold a Nap és a Föld között foglal helyet; másik esetben teliholdkor, amikor a Föld a Hold és a Nap között van. Csak ebben a két helyzetben lehetséges fogyatkozás (elsötétedés): újholdhelyzetben napfogyatkozás, teliholdhelyzetben holdfogyatkozás. Az elsötétedés vagy fogyatkozás a Nap fényének elrekesztése. Napfogyatkozás idején a holdgolyó áll a napsugaraknak a Földre irányuló útjába és bolygónkra ráesik a Hold árnyéka. Hold-

fogyatkozáskor a Föld fogja el a Nap fényét és veti saját árnyékát a Holdra.

Azt gondolhatnók, hogy ilyen fogyatkozásoknak minden hónapban jelentkezniök kell. És valóban így is volna a dolog, ha a Hold a Föld körüli útján nem keringene egyszer alacsonyabban, másszor magasabban, mint a Nap. Ezért napfogyatkozás nem szokott oly gyakran bekövetkezni. Megesik, hogy a Hold árnyékának csak a széle éri a Földet, ilyenkor nem teljes napfogyatkozásról beszélünk.



17. ábra

A Hold árnyékának széle nem túlságosan nagy: legfeljebb 270 kilométer átmérőjű. És az elsötétedés egész területe, beleértve a részleges elsötétedést is, valamivel több mint háromezer kilométer átmérőjű.

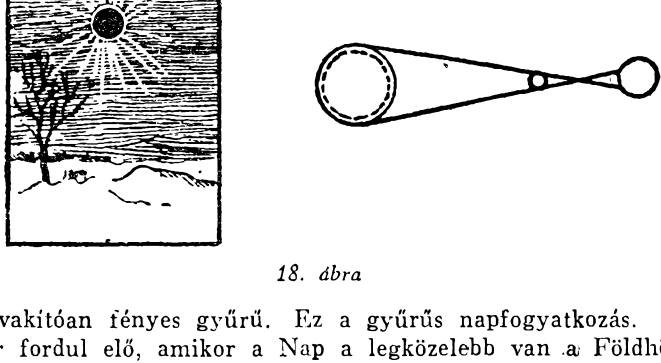
Meglepőnek látszhatik, hogy miként képes a nem nagy Föld és a még kisebb Hold arra, hogy a Napot eltakarja. Hiszen a Nap olyan nagy, hogy belőle *több mint egymillió* Földet lehetne kiszabni. És csupán ötven Hold tesz ki annyit, mint a Föld!

Itt azon a távolságon múlik a dolog, amely elválasztja a Földet a Holdtól és a Naptól. A Hold sokkal közelebb van a Földhöz, mint a Nap. Ha felülhetnénk egy különleges, az égitestek között közlekedő vonatra, amely a gyorsvonat sebességével haladna, *hét* hónapig utaznánk a Holdba, míg a Napba *kétszázharminc* évig.

A Nap átmérője négyszázszorta nagyobb a Hold átmérőjénél és körülbelül négyszázszorta messzebb van a Nap a Földtől, mint a Hold. Ezért látszik a Hold és a Nap a mi szemünkben majdnem egyforma méretűnek. Képzeljétek el, hogy előttetek van egy hatalmas tízemeletes épület. Kezetek jelentéktelenül kicsiny hozzá képest. De menjetek el bizonyos távolságra az épülettől és tartsátok szemetek elé a kezeteket. Ez a kis kéz mégis el tudja takarni szemetek elől a hatalmas épületet, minthogy kezetek igen közel van szemetekhez, az épület pedig sokkal messzebb. Ugyanez az eset a Holddal is. A Föld kicsiny úti-

társa elfedi a távoli hatalmas Napot és mint minden átlátszatlan test, árnyékot vet. Ez a holdárnyék ráesik a Földre és mi napfogyatkozást észlelünk.

Az is előfordul, hogy a holdkorong eléje kerül a Napnak, de mégsem fedi el teljesen. A Hold sötét foltja körül megmarad



18. ábra

egy vakítóan fényes gyűrű. Ez a gyűrűs napfogyatkozás. Ez akkor fordul elő, amikor a Nap a legközelebb van a Földhöz. Ilyen napfogyatkozás nálunk csak télen lehetséges.

A Hold árnyéka gyorsan mozog a Föld felületén. Mozgásának gyorsasága másfélszerte nagyobb a puskagolyóénál — megfelel a tankelhárító ágyúból kilőtt golyó gyorsaságának. Az 1945 július 9-i napfogyatkozáskor a Hold árnyéka Észak-Amerikától Taskendig (11.000 km út) 2 óra 27 perc alatt száguldott végig a Földön.

Érthető, hogy ilyen óriási sebesség mellett és a holdárnyék aránylag csekély mérete folytán a teljes napfogyatkozás bármely szóbajöhető helyen csak nagyon rövid ideig, legfeljebb nyolc percig észlelhető.

Fenséges a teljes napfogyatkozás látványa. És aki látta ezt a ritka jelenséget, nem felejti el többé.

A nappal világosságában, amikor teljes fényében ragyog a Nap, jobbszélén egyszerre alig észrevehető fekete bemaródás jelentkezik. Ez növekszik, mintegy rákúszik a Nap korongjára és fokozatosan fekete körlappá változik át. Ez a Hold korongjának vetülete a Napon. Észreveszitek, hogy az éles nappali fény lassanként gyengülni, tompulni kezd. A sötét folt pedig feltartóztat-

hatatlanul szélesedik — már elfedte a Napnak több mint a felét. Végül a Napból már csak egy keskeny ragyogó sarló marad. Ha ebben a pillanatban körülnéztek, a Földön a fák tövénél, a levelek árnyékában sok ide-oda futkosó, fényes sarlócskát vesztek észre: napsugár-visszatükröződést. sugárnyulacskát.

A táj megvilágítása mind elhalóbbá, mind homályosabbá válik. Néhány virág becsukja szirmait, mintha esteledne. Észrevehetően hűvösödik a levegő. És milyen csudálatos árnyékokat vetnek a különböző, jól ismert tárgyak! Nézzétek meg saját kezetek árnyékát: valamilyen állati pata torz képét látjátok görbe karmokkal. Köröskörül minden elhomályosodik. E közben a Napból csak egy igen keskeny szalag maradt, majd csak egy fonál, mely számtalan apró világító szikrácskára porlik szét. Ezek a Nap utolsó sugarai, amelyek megtörnek és visszaverődnek a Hold hegycsúcsain. Ekkor futó árnyak suhannak a Földön, mintegy hullámszerűen vonulnak át a Föld felületén. Ha nyílt helyről, síkságról figyelitek a jelenségeket, látjátok a messziről közeledő holdárnyékot: nyugat felől száguld. Egy pillanat még és köröskörül minden sötétségbe merül.

Nézzetek az égboltra: felragyogtak rajta a csillagok. És milyen furcsa az ég színe: zöldes, barnás, olykor kékes. Csak az égbolt tetején terjeng rózsaszínű derengés, s szinte arra emlékeztet, hogy az éjtszaka most köszöntött be és az árnyék csak a sötétségnek egy szigete a nappali világosság tengerében.

És természetesen a legcsudálatosabb látványt a Nap koronája nyujtja. Nem látjuk a Napot, de a holdárnyék sötét foltja körül fel-fellobog az elsötétített Nap ragyogása. Sugarak és fénycsóvák szövedékét látjátok, ezek kuszák, vékonyak, finomak, amint kitörnek a fekete golyó, a Hold széleí mentén. A napfogyatkozást csak néhány percig figyelhetjük meg és nagyon fontos, hogy egyetlen mozzanata se kerülje el figyelmünket.

Ezután a fekete korong, a Hold ismét lecsúszik a Napról. Ime, már előbújt a napkorong keskeny szegélye. És most pillanatról pillanatra mindjobban elvonul a fekete korong, visszaadva nekünk a Napot, világosságát és melegét . . .

A napfogyatkozás szokatlan tüneménye — a nappal közepén beköszöntő éjtszaka — rémületet és borzadályt keltett a tudatlan emberek között, akik nem ismerték és nem ismerhették a jelenség valódi okait. Egyes népek, például a kínaiak, azt hitték, hogy

egy borzalmas szörnyeteg, egy óriási sárkány igyekszik elnyelni a Napot. Hogy megmentsék a Napot, el kell űzni a falánk szörnyeteget. De hogyan? Nagy lármával. És a kínaiak elkezdtek zajt verni edényeken, dobokon, mindenen, ami kezük ügyébe került. Lármát csapni napfogyatkozás idején állampolgári köte-

19. ábra

lesség volt, melynek alá volt vetve minden felnőtt kínai. Ugyanígy fogadták a napfogyatkozást India és Turkesztán népei is.

Hogy milyen nagy félelmet keltett a napfogyatkozás, ez a rejtélyes természeti jelenség, elképzelhetjük az alábbi feljegyzésből, amely az 1124. évi napfogyatkozásról az első novgorodi évkönyvben olvasható:

„... augusztus 11-én, az esti istentisztelet előtt, bevágás csonkította meg a Napot, amely aztán egészen eltűnt. Ó, nagy rettegés és sötétség volt akkor! A csillagok is feljöttek ... és ismét világosság támadt ... és örült mindenki az egész városban."

Továbbá röviden leírja a napfogyatkozás lefolyását, hozzávetőleg megjelölve beálltának idejét. A napfogyatkozás teljes volt (a Nap eltűnt, teljes sötétség lett). Az évkönyv feljegyzi a lakosság örömét is, mikor végetért a sötétség és visszatért a nappal (ismét kivilágosodott).

Egy másik évkönyv-gyüjteményben az 1187. évi szeptember 4-i napfogyatkozásról van szó: „... a Nap eltűnt és az ég sötét felhői közt néha fények villantak fel. Az ilyen napfogyatkozás semmi jót sem jelent."

Nemcsak a régmúlt időkben féltek az emberek a napfogyatkozástól. Még 1887-ben is ellenségesen fogadta a moszkvakör-

nyéki falvak lakossága a tudós csillagászokat, akik odajöttek műszereikkel, hogy megfigyeljék a napfogyatkozást.

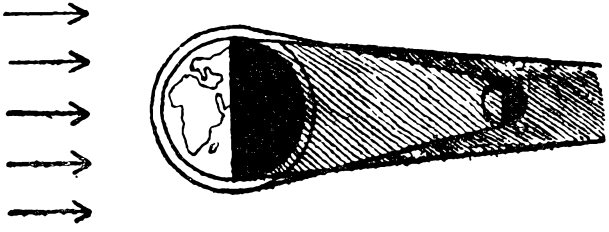
Korolenko, az ismert orosz író, ilyen megjegyzéseket hallott: „Micsoda tréfa ez: az úristen jelet küldött, és ezek az eget fenyegetik csöveikkel . . . És mi lesz akkor, lelki atyám, ha az úristen megharagszik és lesújt ide a villámával?"

Ám olykor, az égi „jelekről" való ostoba fecsegés mellett, látván, milyen pontosan bekövetkezik az előre megjósolt napfogyatkozás, az emberek illő tisztelettel hajoltak meg a tudomány előtt és a tudományban addig járatlanok később a tudósok segítőtársai lettek.

Így a mult században élt Kurszk városában egy Fjodor Szemjonov nevű, kevéssé iskolázott, de tudnivágyó ember. Meghökkentette őt a tudományos jóslások pontossága egy ilyen napfogyatkozással kapcsolatban. És néhány év alatt annyit tanult magánszorgalomból, hogy ki tudta számítani és meg tudta jósolni a napfogyatkozásokat jó néhány évvel előre. A tudománykedvelő Szemjonov még fel is fedezett egy véletlen hibát Arago, a neves francia csillagász számításaiban, amit a szakemberek nem vettek észre.

A holdfogyatkozás tovább tart, mint a napfogyatkozás és sokkal nagyobb területen észlelhető: mindazokon a helyeken, ahol a szóbanforgó időben látni lehet a Holdat a látóhatár felett.

Holdfogyatkozás csak telihold idején fordulhat elő, ilyenkor eshetik csak a Föld árnyéka a Holdra.



20. ábra

A holdfogyatkozások (lehetnek teljesek és részlegesek) a Hold balszélének elsötétedésével kezdődnek. Az eleinte alig észrevehető árnyéksáv fokozatosan tért hódít és szétterül az egész holdkoron-

gon. Látjuk, mint borul rá a holdkorongra valami sötét kerekség. Ez a Föld árnyéka, de nincsen olyan élesen határolt körrajza, mint amilyet a holdkorong mutat napfogyatkozás idején.

A körlap, amely a Hold elé tolul, nem látszik egészen feketének, szélei nem élesek, hanem elmosódottak. A sötétedő Hold nem tűnik el teljesen és egy kevéssé „áttetszik", mintha félig átlátszó tárgy takarta volna el. A sötét égbolton sötétvörös fénnyel világít, amely hol erősebb, hol gyengébb.

A holdfogyatkozás sohasem lehet gyűrűalakú. És ez lényeges: hiszen a Hold sokkal kisebb a Földnél és igy a holdkorongot egészen el tudja takarni a Föld árnyéka.

Miért világít a Hold fogyatkozás idején, hiszen a Holdnak nincs saját fénye? Vajjon a Föld nem tudja tökéletesen elfogni a Hold elől a napsugarakat?

A Holdnak fogyatkozásakor mutatkozó vöröses fénye a mi Földünk levegőburkától származik, attól a levegőrétegtől, amely körülveszi a Földet. A fénysugarak megtörnek, elhajolnak a levegőben, ezért ráesnek a földárnyék környékére és a rajta átvonuló Holdra. A kék és ibolyaszínű sugarakat a légkör sokkal inkább szétszórja, mint a vörösszínűeket, amelyek eljutnak a Holdra és megvilágítják azt.

A Hold fogyatkozások alkalmával olykor világosabbnak, olykor sötétebbnek látszik. Ennek ismét a Föld levegőrétege az oka: ez hol tisztább, hol portól és egyéb anyagoktól szennyezettebb. Előfordul, hogy a Föld légrétegének állapota miatt egyáltalán nem lehet látni az elsötétedett Holdat.

Ha a holdfogyatkozás pillanatában át tudnánk szállni a Holdra, akkor ott napfogyatkozást láthatnánk. A Holdon tartózkodó megfigyelő láthatná, miképpen vonul a Föld nagy korongja a Nap elé. Abban a pillanatban, amikor a Föld teljesen eltakarja a Napot, a holdbeli csillagásznak olyan látványban lenne része, amilyen a Földön elképzelhetetlen: a Föld fekete korongja körül erősen villogó gyűrű fénylene: a Föld levegőrétege. Ez a fénylő gyűrű, átjárva a napsugaraktól, azokat a sugarakat vetíti a Holdra, amelyek a Hold felületének csudálatos, vöröses csillogását okozzák.

A közelmult és a legközelebbi teljes napfogyatkozások:

A napfogyatkozás időpontja:	*Hol látható a teljes napfogyatkozás?*
1947 május 20.	Argentina, Paraguay, Közép-Afrika.
1948 november 1.	Kongó és Közép-Afrika.
1950 szeptember 12.	Északi sark és a Szovjetunió északkeleti részei
1952 február 26.	Irán, Közép-Ázsia és Kelet-Szibéria.
1954 június 30.	Szovjetunió, Svédország, Norvégia, Irán (a Szovjetunióban a napfogyatkozás sávja Kieven, Dnyepropetrovszkon, a Don melletti Rosztovon és Vorosilovszkon halad keresztül).

Holdfogyatkozások:	A részleges holdfogyatkozás kezdete	A teljes holdfogyatkozás kezdete	A teljes vége	A részleges vége
1949 október 7.	4 ó 08 p	5 ó 19 p	6 ó 29 p	7 ó 40 p
1950 április 2.	22 ó 03 p	23 ó 25 p	0 ó 03 p	1 ó 25 p
1950 szeptember 26.	5 ó 33 p	6 ó 53 p	7 ó 57 p	8 ó 57 p

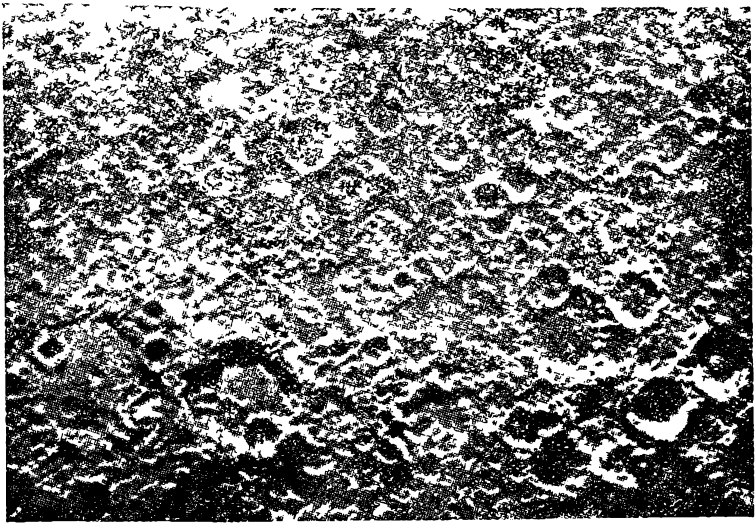
Mindenütt a moszkvai időt tüntettük fel.

Ismerve a Nap, a Hold és a Föld valódi méreteit, a közöttük lévő távolságokat, mozgásuk sebességét a kívánt időpontban, figyelembevéve azokat a feltételeket, amelyek mellett a napfogyatkozás vagy holdfogyatkozás lehetséges, kiszámíthatjuk, hogy mikor és hol mennek végbe ezek a jelenségek éspedig nemcsak évekkel, évszázadokkal, hanem akár évezredekkel bekövetkezésük előtt. A csillagászok tudják, hogy például 2157 aug. 5-én gyűrűs napfogyatkozást lehet majd látni Odessza közelében, a Don melletti Rosztovban és a Kazah Szovjet Szocialista Köztársaság északi részében.

A Hold felszíne

Az 1610-ik évben Galilei irányította először távcsövének lencséjét a Holdra. Távcsövének magakészítette lencséi még gyengécskék voltak, ám a csillagász mégis fel tudott fedezni a

Holdon sok hegyet és volgyet Ezeket a volgyeket (melyek a mi szemunkben fekete foltoknak látszanak), ezeket a bemélyedéseket Galilei tengereknek nevezte, holott a valóságban a Holdon nincs semmiféle tenger.

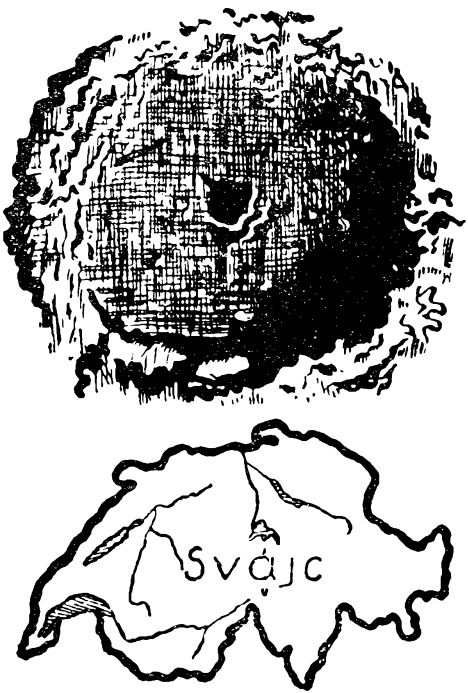


21 ábra

A Hold felszínén hegyláncok húzódnak és gyakran találhatók kerek, gyurúalakú hegyek Ezeket holdkrátereknek, gyűrűhegyeknek nevezik Ezeket a gyűrűket elég gyakran egy sorba helyezik a foldi tűzhányó kráterekkel, de ez az osszehasonlítás nem egészen megbízható

A Hold felszínének fényképén lathato egy hegygerinc, amelyet Appenninneknek neveznek Ezen is harom krátert lehet megkulonboztetni Ezek nem a legnagyobb krateret a Holdnak Hármuk kozul az Archimedes nevú legnagyobbnak 80 kilométer az átmérője, míg a Grimaldi nevű hegygerinc legnagyobb kráterének az átmeroje eléri a 237 kilométert, sánczszeru kerulete pedig 750 kilométer, tehát 100 kilométerrel tobb, mint a Moszkva és Leningrád kozotti távolság Ha a jovő utasa vég g akar sétálni ezen a sáncon, egy hónapig fog gyalogolni, feltéve,

hogy naponta 25 kilométert tesz meg. A Grimaldi-kráter oly nagy, hogy egy egész európai ország, például Svájc beleférne.



22. ábra

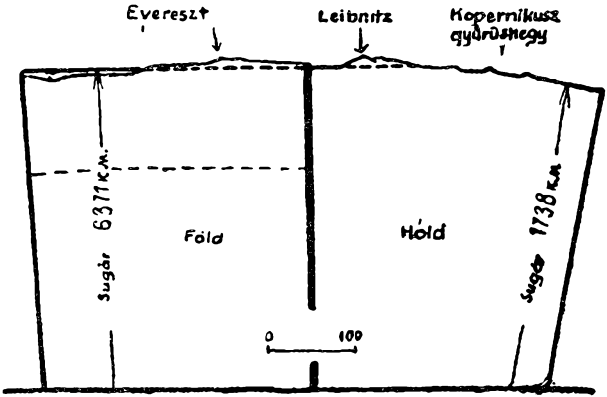
A többi kráter kisebb méretű, mint a Grimaldi, de mégis elég nagyok; a Klávia átmérője 230 km, a Ptolemaioszé 185 km, a Platoné 100 km, a Kopernikuszé 90 km.

A holdkrátereket éppen ezek a nagy méretek különböztetik meg a többi tűzhányók krátereitől. A földi tűzhányóhegy meredeken emelkedik ki környezetéből és kúpalakú csúcsa több tucat kilométerre ellátszik. A holdgyűrűk oldalai pedig enyhék, fokozatosan lejtenek és csak a kráter szélétől nagy távolságra vannak magasabb csúcsok.

Némely holdhegy nem marad el a legmagasabb földi hegycsúcsok mögött, így például a holdbéli Leibniz-hegy akkora, mint a földi Mount Everest, 8840 m. De minthogy maga a Hold kisebb a Földnél, ezért a hegyek rajta aránylag magasaknak látszanak.

Hasonlítsátok össze a Leibniz nevű holdhegyet a földi Everesttel — mind a kettő látható a 23. ábrán. Magasságuk egyforma, ám az Everest magassága alig hétszázadrészét teszi ki a Föld sugarának, míg a Leibniz-hegy magassága kétszázadrésze a Hold sugarának.

Noha eddig még egyetlen tudós sem látogatta meg a Holdat, a csillagászok nagyon pontosan meg tudták határozni a holdbeli hegyek magasságát. Ez úgy sikerült nekik, hogy megmérték azo-



23. ábra

kat az éles árnyékokat, amelyeket a holdhegyek vetnek és amelyek távcsővel jól láthatók a Földről.

Ez nem nehéz feladat, ha tudjuk, hogy milyen magasan van a Nap a Hold felett és ha megmérjük a hegy árnyékának a hosszát. Ezek az adatok lehetővé teszik annak a kiszámítását, hogy a Hold sugarának hányadrészét teszi ki a szóbanforgó hegy magassága. A Hold sugarának és átmérőjének hossza pedig jól ismert a tudósok előtt. Ezután már minden nehézség nélkül meghatározhatjuk a szokott mértékegységekben a hegy magasságát.

A Holdon nagyon sok a hegy és ezek, mint már tudjuk, aránylag igen magasak. Hogyan magyarázzák a tudósok ezeknek a hegyeknek a létrejöttét?

A Holdon a nehézségerő nem olyan nagy, mint a Földön, körülbelül hat és félszerte kisebb. Másik fontos körülmény, hogy a Holdon nincs légkör. Következésképpen a Holdon az eldobott kő hatszorta messzebb repül, mint az ugyanakkora lökőerővel a Földön elhajított kő.

A Holdon nincs légkör, soha senki nem látott még a Holdon felhőket, ködöt, vagy porrészecskéket. Az éles árnyékok, amelyek

oly jellemzők a holdtájékokra, csak megerősítik ezt a feltevést. És ha képződne is valamikor a Hold körül valamiféle gázalakú légkör, az a Hold vonzóerejének csekélysége folytán visszavonhatatlanul elrepülne a világtérbe és így a Hold azonnal elveszítené azt.

A holdfelület legérdekesebb sajátsága a sok holdhegy, kráterreivel, gyűrűivel. Hogyan képződhettek a Holdon ilyen szokatlan hegyek és miért van belőlük olyan sok?

Azt lehetne gondolni, hogy réges-régen, évmilliókkal ezelőtt, amikor a Hold még megolvadt állapotban volt és éppen csak hűlni kezdett, kemény kéreggel vonódott be. A holdgolyó kívül már megkeményedett, de belül még forrtyogtak a felhevített gázok, időnkint ki-kitörtek tűzhányó-kitörések alakjában. A Hold hűlés, keményedés közben lassan összehúzódott, felülete ráncossá lett és kialakultak rajta a hegy-dudorok. Jelentéktelen (a Földnél kisebb) nehézségi ereje azonban nem tudta befelé, a központ felé vonzani a hegyképződményeket és ezért a Hold hegyei meglehetős magasak maradtak.

Ezenkívül a Holdon nem volt légkör és ennélfogva nem fújt szél sem, eső nem esett, hó nem hullott. Ilyképpen semmi sem rongálta, nem mosta a hegyeket: hiányoztak a Földön megszokott folyamatok, melyek a hegyek szétomlásához vezetnek.

A messze multban a Hold tűzhányói valószínűleg időszakonkint lökték ki lávájukat. A megolvadt láva szertefolyt óriási tavak alakjában, amelyek most már teljesen megdermedtek és átalakultak sáncokkal körülvett gyűrűkké. A közepes és kicsiny kráterek meteoritek lehullása következtében képződhettek. A Földre is, a Holdra is állandóan esnek súlyos csillagszilánkok, ám a levegőben való súrlódás folytán a föld légkörében a meteoritek rendszerint kisebb darabokra esnek szét, vagy egészen elporlódnak.

Ennélfogva csak nagyon kevés és nagyon nagy meteorit éri el a Föld felületét. Más a helyzet a Holdon: légkör nem veszi körül és semmi sem óvja meg a Hold felületét a meteoritek bombázásától. Abban a régmúlt időben, amikor a Hold kérge még sokkal vékonyabb volt és nem mindenütt keményedett meg, a nagy sebességgel ráeső meteoritek átütötték a Hold kérgét és lyukakat, tölcséreket vájtak, hasonlókat azokhoz, amelyek a légi bombák robbanásakor támadnak.

Természetes, hogy mind a meteorit-bombázás, mind a tűzhányókitörés csupán tudományos feltevés. Ám ezek valószínűeknek látszanak, minthogy általuk meg lehet magyarázni a Hold felszínének majdnem minden sajátosságát.

Ha a Holdon nincs légkör, következésképpen víz sincs. A sötétes színű területek, amiket Galilei helytelenül tengereknek nevezett, valószínűleg csak besüppedések, amelyeket nem világítanak meg kellően a napsugarak. Víz híján nem lehet a Holdon felhőképződés, eső és más csapadék, nincs növényzet és következésképpen nem lehet élet sem, olyan élet, amely csak egy kissé is emlékeztetne a Földön folyó életre.

A hold-év és a hold-nap

A Hold a földgolyó körül leírt majdnem köralakú pályáját 29.5 nap alatt futja be. Ez idő alatt a Hold megfordul és elfoglalja ismét előző helyzetét, akárcsak valamilyen más csillag az égbolton. Ez egyszersmind 1/12 része a holdévnek. És mennyi ideig tart a Holdon egy nap? Mennyi idő alatt tud a Hold megfordulni egyízben teljesen a saját tengelye körül?

Ha a Hold megfordul tengelye körül, látnunk kell a Hold foltjainak megváltozását. De bármily sok megfigyelést végeztek is a tudósok, soha sem vettek észre ilyen cserélődést vagy változást. Úgy látszik, hogy a Holdnak mindig egy és ugyanazon oldala fordul a Föld felé! Mivel magyarázható ez meg? Forog-e egyáltalán a Hold a tengelye körül?

Végezzetek egy egészen egyszerű kísérletet. Tegyetek a szoba közepére egy széket — ez lesz a Föld. Álljatok fel bizonyos távolságra a széktől úgy, hogy az a szemetek előtt legyen (így fogjátok ti magatok ábrázolni a Holdat), és nézzetek valamilyen tárgyra a falon. Legyen ez a tárgy valamilyen csillag. Most járjátok körül a széket („Földet"), a nélkül, hogy elfordítanátok fejeteket és levennétek tekinteteket a „csillagról". Nem nehéz meggyőződni arról, hogy azon idő alatt, mely alatt a „Hold" a „Föld" körül teljesen megfordul, a „Földről" a „Hold" hol elől-ről, hol oldalról, hol hátulról lesz látható. Következésképpen, ha a Hold, miközben a Föld körül kering, nem fordulna meg saját tengelye körül is, mi a Földről a Holdnak minden oldalát meglátnók, márpedig sohasem látjuk.

Hát milyen esetben fordul a Föld felé a Hold mindig ugyanazzal az oldalával? Ilyen helyzet csak akkor lehetséges, ha a szék körüli mozgásotok alatt úgy fordultok magatok körül, hogy fejetek forgatása nélkül is állandóan láthassátok magatok előtt a széket. Vagyis, ha ti, mialatt egyszer körüljárjátok a széket, ugyanazon idő alatt magatok körül is egyszer megfordultok. Tehát egy napnak a tartama a Holdon egyenlő egy holdévnek a tartamával.

Körülbelül tizenhárom és fél földi nap folyamán a holdfelület bármely helyét szakadatlanul megvilágítja és megmelegíti a Nap: ez a tartama a Hold nappalának! Ugyanennyi ideig tart a Holdon az éjjel is.

A Hold nagysága

A Föld körül mozgó Holdat az égbolt különböző helyein látjuk. Miközben az égbolton helyzetét változtatja, hol az egyik, hol a másik csillagot takarja el, mindegyiket, amelyik útjába kerül. Ám a Hold előtt még soha senki sem látott csillagot vagy bolygót s ebből a csillagászok azt a következtetést vonták le, hogy a Hold a Földhöz legközelebb eső égitest.

Mekkora távolság választja el a Földet a Holdtól és hogyan sikerült ezt a távolságot meghatározni, vagyis megmérni?

Hogy megérthessétek, miként végzik a méréseket, nézzétek meg a 24. ábrát. Egy ember szabad téren áll, maga előtt lát egy fát, a mögött pedig az egyik oldalon egy házat, másikon valami más épületet.

Ha az ember bizonyos helyre áll s a fán túl, távolabbra néz, ebben az irányban a házat látja. Ha az észlelő most egyenes úton más helyre megy át, akkor a fa irányába nézve, a távolban már nem a házat látja, hanem valami más tárgyat. Megmérve a távolságot az első és a második megfigyelőpont között és figyelembevéve a két különböző szöget, mely alatt azokból a fát látjuk, egyszerű számtani művelettel kiszámíthatjuk, meghatározhatjuk, hogy a fa milyen távolságra van az első és a második megfigyelőponttól és ehhez egyáltalán nem szükséges megmérni a ház és a fa közötti távolságot. Ilyen módon, a távmérő készülék segítségével határozzák meg a tüzérek a messzeeső célok távolságát.

Így mérték meg a tudósok a Földnek a Holdtól való távolságát is. Két csillagász, akik egymástól, mondjuk, tízezer kilomé-

terre vannak egy délkör mentén, egy időben figyeli meg a Holdat pontos csillagászati mérőeszközök segítségével. Nézik a Holdat különböző irányból, az égbolt megfelelő részén elhelyezett távoli

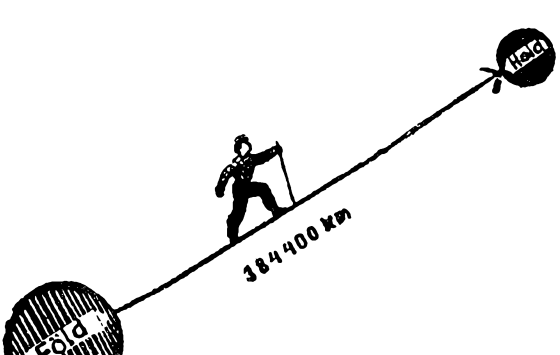
24. ábra

csillagokhoz viszonyítva. Minden úgy megy végbe, mint azt a 24. ábra mutatja, csak a fa helyére a Holdat kell rajzolnunk és a távoli épületek helyére csillagokat.

Így sikerült a csillagászoknak megállapítani, hogy a Holdnak a Földtől való távolsága időszakonkint változik, hiszen a Hold a Föld körül nem körpályán, hanem ellipszisen mozog, amely egyébként csak kevéssé különbözik a körtől. A középtávolság a Föld és a Hold között 384.404 km, a legkisebb 357.000 km, a legnagyobb 407.000 km. A mi földi arányainkhoz mérve óriási távolság ez, és nem is tudjuk könnyen felfogni. Próbáljuk meg lefordítani a mi földi méreteink nyelvére.

Ha ezt a távolságot gyalog akarnátok bejárni, s ha átlag

huszonöt kilométert tennétek meg egy nap alatt, akkor erre az utazásra több mint negyven évet kellene szánnotok. Nem sok ember tett meg egész élete alatt ilyen óriási utat, hiszen ez ugyanannyi, mint kilenc és fél világkörüli utazás az egyenlítő mentén.



25. ábra

A Hold — golyó. Ha ismerjük egy gömbalakú test tőlünk való távolságát és megmérjük a távolból látható átmérőjét, akkor pontosan kiszámíthatjuk, mekkora a valóságos sugara ennek a gömbnek. Ezeknek az adatoknak birtokában nem nehéz meghatározni a gömb felületét és köbtartalmát. A számítások megmutatták, hogy a Hold sugara 1738 kilométer, vagyis 3·6 része a Föld sugarának. A 26. ábrából megítélhetitek, mennyivel kisebb a Hold a Földnél.

A Hold sokkal kisebb a földnél, de ez nem jelenti azt, hogy méretei nagyon kicsinyek: a Hold köbtartalma 20,000.000.000 köbkilométer, felülete pedig (kb. 36 és félmillió négyzetkilométer) valamivel kisebb Amerika szárazföldjének nagyságánál.

A Hold tömege (anyagmennyisége) körülbelül 80-szorta kisebb a Földénél, ám még így is tekintélyes nagyságot képvisel: a Hold 75,000.000.000.000.000.000.000.000 tonnát nyom.

Utazás a Holdra

Még soha egy ember sem utazott eddig egyik bolygóról a másikra. De kétségtelen, hogy előbb vagy utóbb megépítik a rakétaűrhajókat és akkor az embereknek módjukban lesz leküzdeni a bolygók közötti óriási távolságokat. Természetesen a legközelebbi égitestre, a Holdra való utazás lesz az első ilyen repülőút.

Próbáljuk meg elképzelni, mi fog várni a jövendő utasra, ha elrepül a Holdra.

26. ábra

A bolygók közötti utazásra készülő embernek még a rakétaűrhajó felröppenése előtt el kell majd látnia magát különleges, levegő által át nem járható öltözettel, olyasfélével, mint a búvároké. Gondoskodnia kell lélegzéséhez levegőkészletről és oly készülékről, amely elnyeli a tüdőnk által kiválasztott gázokat, amelyeket kilélegzünk. A Holdra való ruha itt a Földön nehéznek tűnne fel, ám a Holdon nem fogja gátolni mozgásunkat (ne felejtsétek el, hogy a Holdon a nehézségi erő hat és félszerte kisebb). Ennélfogva a Holdon sokkal könnyebb lesz a mozgás, mint a Földön. Az embernek hatszorta kisebb erőfeszítést kell tennie, hogy elvégezhesse ugyanazt a munkát, mint a Földön. Például, hogy felemeljünk a Holdon száz kilogram súlyt, csak akkora erőt kell kifejtenünk, mintha a Földön tizenöt-húsz kilogrammot emelnénk fel. Ezt könnyen megteheti minden felnőtt ember.

A Föld lakójának az első lépések a Holdon szokatlanok és

meglepőek lesznek. Eltelik majd egy kis idő, míg az ember alkalmazkodni tud a Holdon fennálló körülményekhez. A Hold felszínén itt is, ott is sok a mély és eléggé széles szakadék. Hogy lehet azokon átkerülni? Ám a Föld lakója hamarosan meggyőződik arról, hogy a Holdon nehézség nélkül átugorhat hat-nyolc méter széles árkokat, olyan könnyűvé vált a teste.

Milyen furcsának, sivárnak és élettelennek mutatkozik a földi utasnak a Hold felszíne! A Holdon minden oly kevéssé hasonlít az általunk megszokott képekhez: sehol egy fűszál, bokor, fa, folyó, patak, egy csepp víz. A talaj barnás, laza, porhoz hasonló és az utas lábai mélyen belesüppednek. Itt is, ott is egyenetlenségek és gödrök vannak, amelyek gránátok vájta tölcsérekhez hasonlítanak. Sok hegyet láttok, de azok is olyan szokatlan formájúak. Lábukat elfedi a Hold felületének domborulata, minthogy a látótér a Holdon nem nagy — fele annyi, mint a Földön. Még ha a Hold egyik síkságán álltok is, minden irányban csak két és fél kilométerre láttok el.

Ime, itt van előttetek egy holdkráter. Elmentek a közepére és úgy tűnik fel előttetek, mintha síkságon állnátok, oly kevéssé mélyek ezek a megdermedt láva-tavak.

A búvár víz és levegő számára áthatolhatatlan öltözete elfogja a hangokat itt a Földön. A Holdon az utas szintén nem hall sem hangot, sem zörejt, de ennek nem az öltözet az oka: a Holdon nincs levegő, márpedig a hangot csak a levegő továbbíthatja.

Földet érve, ha ugyan kifejezhetjük így magunkat a Holddal kapcsolatban, a pilóta ott száll ki a rakétaléghajóból, ahová éppen az imént kezdett sütni a Nap és ahol a talaj még nem tudott nagyon felmelegedni a kéthetes éjszaka hidege után. Ám itt hamarosan elviselhetetlen hőség támad: hiszen a levegő nem óv meg a Nap perzselő sugaraitól. Éppen ezért a holdbéli utas inkább az árnyékos helyekhez tartja magát: a hideg nem ijeszti meg őt: a „villamosított" (elektrifikált) öltözet pompásan melegít. Viszont a valószerűtlenül nagy, 120 fokos hőség ellen védekezni sokkal nehezebb.

Az ember előtt csudálatosnak tűnnek fel a magas holdbeli csúcsok, amelyeket megvilágítanak a Nap ferde sugarai. Kétségtelenül különösnek fogja találni a holdhegyek színének szokatlan különbségeit és éles árnyékait. Nem furcsa vajjon: a hegyoldal

felső része vakítóan fényes, lába pedig nem is látható, minthogy a Holdon nincs derengő fény vagy félárnyék, hiszen ezek csak levegőtartalmú közegben jönnek létre, a napfény szóródása és visszaverődése következtében.

27. ábra

Még meglepőbb az égbolt a Hold felett: itt mindig fekete színű. Soha egyetlen felhő sem jelenik meg rajta. És milyen rengeteg sok a csillag a Hold égboltján! Sokkal több van belőlük, mint a Fold égboltján. A csillagok éles, nyugodt, nem villogó fényecskéi világítanak mindenütt a Hold egén: fent a tetőn és lent a látóhatárnál is. Tulajdonképpen a Föld égboltján sincs kevesebb csillag, mint a Holdén, de a Földön a gyengén világító csillagok fényét elnyeli a légkör, különösen a látó-

határ közelében, ahol a csillagok fénye vastagabb légrétegen halad keresztül. A Holdon pedig nincs levegő és még a gyenge csillagocska fénye is szabadon jut el a Holdra, függetlenül attól, magasan van-e az égbolton a csillag, közel vagy távol-e a Hold látóhatárától.

A merész kutató a Hold égboltján nagyon érdekes jelenséget figyelhet meg: a Nap sugárkoszorújának a lobogását. A Földön csak teljes napfogyatkozás idején lehet egy-két percig látni a Nap sugárkoszorúját. E végből előzetesen expedíciót kell küldeni a teljes napfogyatkozás helyére, hogy fényképfelvételeket kaphassunk a Nap sugárkoszorújáról. Rendes körülmények között a peremkoszorú látását megakadályozza a Nap vakító fénye, amelyet szétszórnak, visszavernek és így mintegy „kiterjesztenek" a levegőrészecskék. Ám a Holdon nem kell várni sok éven át, amíg napfogyatkozás következik be. A csillagász a holdnappal bármely időpontjában tanulmányozhatja a Nap peremkoszorúját, mert ennek gyenge fénye élesen kiválik a Hold fekete hátterű, teljesen átlátszó égboltján.

A csillagászok nagyon kényelmesen végezhetik majd megfigyeléseiket, hiszen a Hold égboltján a csillagok nemcsak éjjel, hanem nappal is láthatók, még a Nap közelében is. Akadálytalanul és megszakítás nélkül tanulmányozhatók a csillagvilágnak olyan jelenségei, amelyeket a Földön csak éjjel vehetünk szemügyre.

A Holdnak a Földtől való távolsága jelentéktelen a kozmikus csillagtávolságokhoz viszonyítva. Tehát a Hold égboltján ugyanúgy lehet látni a Göncölszekeret, az Orion ferde négyszögét és az összes többi, az emberek által ismert csillagot és csillagcsoportot.

A Földön, a holdtöltéhez közeleső időszakban még a felhős ég is eléggé világos. De lehetséges-e valami ehhez hasonló a Holdon? Mi pótolja itt a holdfényt? Kitűnik, hogy a Holdat is meg szokta világítani olykor éjjel a visszavert napfény. Ez a világosság a Földről jön. A mi Földünk küld éjjel napfényt a Holdra.

Hol van világosabb éjjel: a Földön-e a Hold fényétől, vagy a Holdon a Föld fényétől? Megállapítható, hogy a Holdon van világosabb „földtölte" idején, vagyis abban az időszakban, amikor a földgolyónak egész, a Naptól megvilágított fele a Hold felé fordul.

Feltehető, hogy nagyon szép látvány a „földtölte". A Hold

égboltján megjelenik a Föld hatalmas korongja; ez 3.6-szerte szélesebb a Holdnál. A Földről visszaverődő fény erőssége 80—90-szerte nagyobb, mint a Holdé, minthogy a Föld légköre sokkal jobban visszaveri a fényt, mint a Hold sötétes felülete. Ez

28. ábra

a fény olyan erős, hogy ha a Holdon emberek tartózkodnának, ennél a „földi fénynél" kényelmesen olvasni tudnának.

Sok érdekeset láthat meg az utas a Holdon. Feltárul előtte az égbolt, egész felülmúlhatatlan nagyszerűségében. Nappal a fekete, bársonyos égbolt hátterén ragyog a Nap, amelyet keskeny peremsugárkoszorú vesz körül. És az éles, nem lobogó fényű csillagok ott világítanak a Nap mellett.

III. fejezet

FÉNYFORRÁSUNK: A NAP

A földi élet forrása

A Nap! Olyan óriási, hogy mellette a mi Földünk csak kis porszemnek látszik. Olyan tüzes, hogy melege elhamvasztaná a Földet, ha felületeik érintkeznének egymással.

Több mint három évmilliárd óta sugároz a Nap ránk hőt és fényt és a mi Földünk, születésének első napja óta, mintegy fürdik éltető fényének és melegének tengerében.

A napfénynek és napmelegnek ebben az állandó áradatában él, növekszik és szaporodik a Földön minden élőlény, a növények, az állatok és mi, az emberek.

Ha nem volna a Nap, mi történnék a Földön? Ha a Nap kialudna, a Föld fény és meleg nélkül maradna. A kozmikus hideg megbénítana minden életet, örök sötétség borulna a Földre. És a mi virágzó bolygónk sötét, tragikus sivataggá változnék, a pusztulás birodalmává. Mert a Nap kiapadhatatlan energiaforrás; melegíti a Földet, megvilágítja, párolgásra bírja a vizet, segítségükre van a növényeknek, hogy egyszerű elemekből (oxigén, hidrogén, szén és nitrogén) előállítsák azokat a bonyolult vegyületeket (fehérjék, cukrok, szénhidrogének), amelyek nélkül nem lehet meg egyetlen élőlény, sem növény, sem állat, sem ember.

Ezért mondjuk a Napról, hogy minden élet forrása a Földön.

Többet is mondhatunk: bármilyen munkát is végez az ember — a gyári műhelyben vagy a szántóföldön, laboratóriumban vagy vasúton —, olyan energiát használ fel, amelynek forrását a Nap adja nekünk.

Repülőgép repül az égen. Első pillantásra úgy tetszik, hogy a Napnak és erejének itt nincs semmi szerepe. Ám a repülőgépet gyárban készítik és ez azt jelenti, hogy gyártásában számos gép vett részt, amelyeket mind fűtőanyag — kőszén, kőolaj vagy más anyag — tartott mozgásban. És mi is a kőszén? Letűnt földkorszakok erdeje. Márpedig egy fa sem nőhet fel a Földön a Nap fénye és melege nélkül. Az is igaz, hogy a jelenkorban fából készül a repülőgép sok alkatrésze. Tehát a repülőgép létrejöttében a Napnak, a Nap energiájának nem csekély része van. Mondhatjuk, hogy az emberi tevékenység nem gondolható el napenergia nélkül.

Nem meglepő, hogy a régmult időkben az emberek még istenként tisztelték a Napot, áldozatokat mutattak be neki, templomokat építettek és ünnepségeket rendeztek a Nap tiszteletére. Sok népnél mai napig élnek a régi hit, a Nap iránti tisztelet maradványai, vallási és népi szokások alakjában.

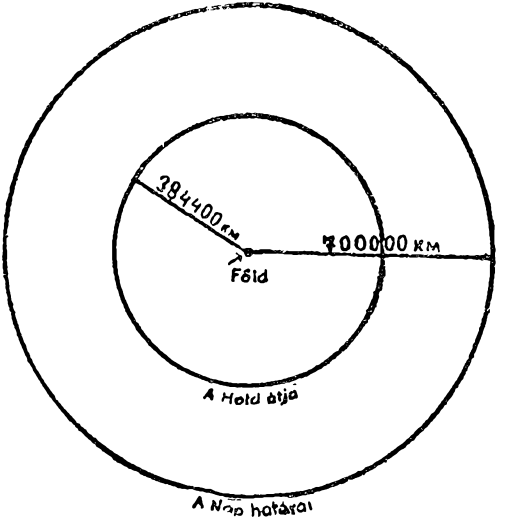
Ám mi már nem találunk semmi titokzatosat, semmi természetfelettit a Napban és a mai tudomány sok adattal és megfigyeléssel rendelkezik a Nap állapota és természete felől. Igaz, hogy a Nap életének sok jelenségét a tudósok még nem derítették fel és nem ismerték meg teljes egészében.

A Nap nagysága

A Nap a Földhöz legközelebb eső csillag, a legközelebbi izzó égitest. Azt, hogy „legközelebbi", nem kell szó szerint érteni. A Napnak a Földtől való távolsága óriási, annyi, mint másfélszázmillió kilométer, négyszázszorta nagyobb. mint a Holdnak a Földtől való távolsága. Másfélszázmillió kilométer! Ha egy gyalogos, alig aludva és pihenve, naponta megtenne huszonöt kilométert, a Földtől a Napig terjedő távolságot tizenhatezer év alatt tudná bejárni.

De bármily nagy ez a távolság, a Nap — akárcsak a Hold — sokkal nagyobbnak tűnik fel előttünk, mint a többi égitestek. Természetesen a Nap összehasonlíthatatlanul nagyobb a Holdnál. De a valóságban a mi csillagunk, a Nap, nem a legnagyobb égiteste a világmindenségnek. Sok csillag nagysága sokszorosan felülmulja a Napét.

A 29. ábrán láthatjátok a Napot és a Földet. Méreteik különbsége szembetűnő. A Nap átmérője százkilencszerte nagyobb, mint a Földé. A Nap olyan nagy, hogy a Hold egész pályája kényelmesen ráfér a Napkorong területére.



29. ábra

A Nap köbtartalma 1,300.000-szerte nagyobb, mint a Földé. Képzeljétek el, hogy a Föld egy gyufaskatulya, a Nap pedig 1,300.000 gyufaskatulya. (30. ábra.) Ha egymásra rakjuk az 1,300.000 gyufaskatulyát, milyen magas oszlopot kapunk? Eléri-e ez az oszlop például az Eiffel-torony magasságát (háromszáz méter), mely egyike a Föld legmagasabb építményeinek?

A számítás igen egyszerű: egy gyufaskatulya vastagsága másfél centiméter, az 1,300.000 gyufaskatulyából álló oszlop magassága majdnem 20.000 méter, vagyis húsz kilométer. Hatvanhét Eiffel-tornyot kell egymásra rakni, hogy megkapjuk a húsz kilométernyi magasságot. És ne feledjétek, hogy egy gyufaskatulya tulajdonképpen a Földet jelenti.

A Nap felülete tizenkétezerszerte nagyobb, mint a Földé. A

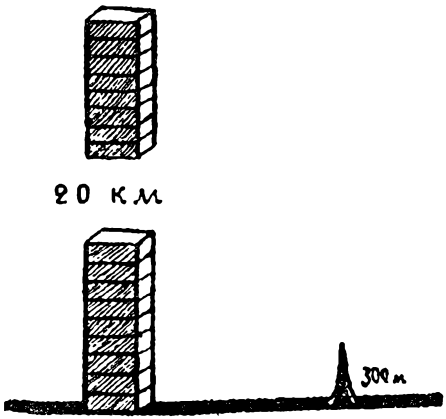
Nap tömege pedig a Föld tömegét 333.000-szerte múlja felül. Óriási számot kapunk, ha megjelöljük a Nap tömegét földi súlymértékben:

2,000.000.000.000.000.000.000.000.000 tonna, vagyis kétezer kvadrillió tonna.

A Nap fénye

Lehet-e valami fényesebb és ragyogóbb a Napnál? Vetekedhetik-e valamilyen földi fényforrás a Nap fényességével?

Vakító fényt ad az elektromos fényív — valószínűleg láttátok a mozgóképvetítőkészülékeknél. Belenézni nem lehet, elvakultok és szemetek magától becsukódik. De megállapítható, hogy az elektromos fényív legfényesebb helye sem vetekedhetik a Nap fényével, az elektromos fényív tizedrész erős fénnyel világít, mint a Nap.



30. ábra

Gyakran nevezzük a Napot tüzes golyónak. Ezzel azt akarjuk kifejezni, hogy a Nap forró és fényes. De ez nem valami szerencsés hasonlat: a Földön a leglobogóbb tűz is hideg és sötét a Naphoz képest.

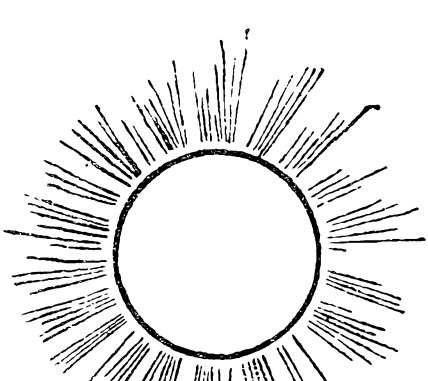
A Nap olyan fényesen világít, olyan vakítóan, hogy szemünk súlyosan megsérülne, ha belenéznénk lángoló korongjába. Hogy ne szenvedjen kárt a látásunk, az emberek sötét, félig átlátszó szűrőt használnak (még akkor is, ha a felkelő vagy lenyugvó Napba néznek).

A Hold fénye hasonlíthatatlanul gyengébb a napfénynél. Hány Hold tudná pótolni a Nap fényét?

Ha az egész látható égnek a területét be tudnók borítani

holdakkal, mégis valamennyinek az együttes fénye is csak hatodrész oly erős volna, mint a napé. Azt a fényt, melyet egyedül a Napnak korongja sugároz ki, csupán 450.000 telihold tudná pótolni.

A Nap anyagának akkora golyócskája, mint egy tízfilléres pénzdarab, úgy világítana, mint egymillió fényű gyertya. (31. ábra.)



31. ábra

Most, amikor már el tudjuk képzelni a Nap valóságos fényét, érthető, miért nem látjuk nappal a csillagokat. Hiszen a Nap fénye 900.000.000-szor élesebb, mint a Venus bolygóé; a legfényesebb állócsillag, a Sirius pedig 11,400.000.000-mod rész fényt ad, mint a Nap. De ez nem jelenti, mintha a Sirius kevésbbé fényes csillag volna a Napnál, ellenkezőleg, huszonhétszer erősebb a fénye, csakhogy sokkal távolabb van a Földtől.

A Nap nem a legfényesebb csillaga a világmindenségnek, de nekünk a Földön a Nap a legfényesebb égitest, mert a többi csillag sokszázezerszer messzebb van tőlünk, mint a Nap.

A Nap melege

A tudósok sok éven át bonyolult és finom műszerek segítségével tanulmányozták a Nap hőmérsékletét. Sikerült megállapítaniok, hogy a Nap felületén a hőmérséklet nem kevesebb, mint 6000 fok. De a Nap központi részének hőmérsékletét megállapítani természetesen nagyon nehéz dolog; a csillagászok számításai szerint húszmillió fokot tesz ki.

A hő áramlása a Nap méhéből nem szünetel és a Nap felszíne nem hűl le, az óriási energiafogyasztás ellenére sem. Hiszen a Nap felületéről kisugárzott hő állandóan elfecsérlődik a végtelen hideg világtérben.

Ha a Napot mindenfelől tizenöt méter széles jégréteggel burkolnánk be, ez a jég a Nap tüzes sugarainak hatása alatt egy perc alatt elolvadna. Ha a Föld és a Nap között egy hengeralakú, három kilométer átmérőjű jégoszlop foglalna helyet, akkor a Nap összes melege ezt a jégtömböt egy másodperc alatt hideg vízzé alakítaná át. De további nyolc másodperc mulva az egész víz gőz alakjában elillanna. Ha a Föld helyén jéggömb volna, a Nap két és fél óra alatt megolvasztaná.

De itt felbukkan a kérdés: eljut-e a Földhöz az egész hő, amelyet a Nap kisugároz? Nem, nem jut el az egész. A Földre csak egészen kicsi hányada ér el a Nap kisugárzott hevének: kétezerkétszázmilliomod része az egész kisugárzott Nap-energiának.

A földgolyó belső melege, amely feljut a földfelületre, mindössze egy ötezredrészét teszi ki a hőnek, amelyet a Föld a Naptól kap. Képzeljétek el, mi történnék a Földdel, ha a Nap megszűnne melegíteni sugaraival. A Föld felületének átlagos évi hőmérséklete jelenleg valamivel több, mint 14 fok meleg. Ha nem volna a Nap melege, a Földön szélsőséges, 273 fok körüli hideg uralkodnék.

A Nap jelentősége a Föld életében óriási, bár mi csak egy ezredrészét használjuk fel a napfelület által ránksugárzott melegnek. A jövőben, a technika állandó fejlődése mellett, az ember kétségtelenül meg fogja tanulni, hogy a napenergiának sokkal nagyobb részét kösse le és használja fel, hogy napenergiától hajtott gazdaságos, kényelmes gépeket építsen, amelyek helyettesítik és megkímélik a többi energiaforrást.

A Nap — tűztenger

A Nap felülete sokak előtt úgy tűnik fel, mint valami csiszolt golyó, amelynek minden egyes pontja egyformán ragyog. Ám ez egyáltalán nincs így.

Nézzétek meg ezt a kis fényképet (32. ábra), amely a napfelszínnek egy jellemző részét ábrázolja. Itt csiszolt felület helyett a Nap figyelhető meg; külső burkának szokatlanul tarka

rajzát láthatjátok, amelyet fotoszférának neveznek. Más szavakkal, a fotoszféra nem egyéb, mint a fény és hő túlnyomó részét kisugárzó, gömbalakú napfelszín. Szerkezete szemcsés, számtalan

32. ábra

apró, fényes foltocskából, granulából áll, amelyek főtt rizsszemekhez hasonlítanak. A napburoknak ezek a fényes foltocskái a fényképen szemcséknek látszanak, pedig a valóságban minden ilyen „magvacska" ezer vagy még több kilométer hosszú. Minden

granula gyorsan mozog. Erről könnyen meg lehet győződni, ha figyelmesen nézzük ugyanazon naprészecskének néhány perc alatt készült sorozatos felvételeit.

Több mint kétszáz évvel ezelőtt M. V. Lomonoszov, a nagy orosz tudós a Napot tűztengernek nevezte. Ez tényleg így van, s nemcsak találó hasonlat. A Nap felülete izzó gázok és gőzök háborgó tengere. A tűztenger tombol és felületén tűzhullámok tornyosulnak. Ezek ebben a szakadatlanul mozgó tűzáradatban végzik saját külön áramlásaikat.

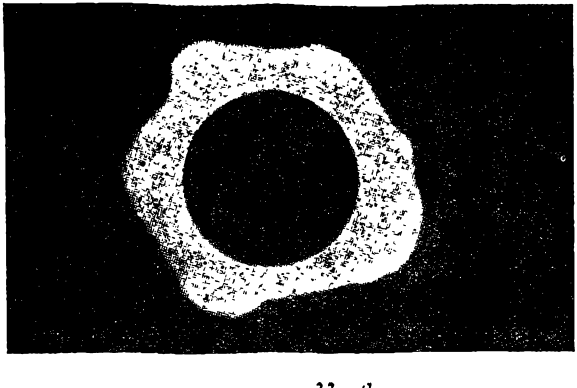
Igaz, hogy a Nap tűzhullámait inkább a mi földi légkörünknek áramlásaihoz lehet hasonlítani, amikor két légréteg, egy hidegebb és egy melegebb összeütközik egymással és felhőt — „bárányfelhőt" — hoz létre. Körülbelül ugyanez történik a Nap felületén is. A Nap felszínén szakadatlanul feltűnnek az izzó napanyag áramlásai: egyesek kifelé törnek, mások befelé tartanak. Hol itt, hol ott képződnek viharzó örvények.

Napfogyatkozás idején, amikor a Nap vakító korongját a Hold elfedi előlünk, észre lehet venni, mint törnek ki tűznyelvek a Nap elé toluló sötét Hold széle mögül. Egyáltalán nem tűnnek fel nagyoknak, pedig a valóságban óriásiak, sokszorta hosszabbak Földünk átmérőjénél. Ezek kitüremlések és kitörések a Nap tüzes felszínén. Állandóan működnek, sok helyen egy időben, de rendes körülmények között nehezen láthatók.

Valóban, ezek a lángnyelvek átvágják a Nap enyhe rózsaszínű burkát, a Nap légkörét (a chromoszférát, ahogyan a csillagászok nevezik) és magasra csapják fel óriási, fényes lángcsóváikat. Ezeket a tűzkitöréseket, amelyek hol eltűnnek, hol felbukkannak, nevezik protuberanciáknak. És magát a naplégkört, protuberanciáival együtt, fínom, mintegy gyöngyházszerű csillogás övezi: a napkoszorú vagy napkorona, a Nap légkörének legfelsőbb, erősen megritkult része.

A 33. ábrán a legutóbbi, 1945. július 9-i napfogyatkozás fényképén jól észlelhető a napkoszorú. Egyes sugarai oly nagyok, hogy még magának a Napnak az átmérőjét is felülmúlják. Az ilyen sugarak hosszabbak 1,400.000 kilométernél. A Nap tüzes felszínén megjelennek még kevésbbé mozgékony, de még nagyobb fényfoltok, ú. n. fáklyák és sötét foltok is.

Hogy megérthessük, mit jelentenek ezek a tünemények, hogy felderítsük az okát a Nap óriási mennyiségű kisugárzott



33. ábra

energiájának, magunk elé kell képzelnünk, mi történik a Nap méhében.

Az óriási hőség és az óriási nyomás mindinkább nő, amint közeledünk a Nap középpontjához. E meg nem szűnő óriásivá növekedő erő hatására a Nap anyaga mind erősebb nyomás alá kerül. De a mélységben, a Nap méhében mindinkább emelkedik a hőség, amely többször tízmillió fokot is elér. Következésképpen a Nap anyaga ezekben az elképzelhetetlen hőségtől izzó mélységekben igyekezni fog kiterjeszkedni, szerterepülni minden irányban. Ilyenképpen állandóan óriási, titáni erők hatnak a Nap anyagára és az egyik erőnek: a nyomásnak az iránya teljesen ellentétes a hőség hatásával. A nyomás az anyagot összeszorítja, a hőség kiterjeszti. Így a Nap mélységében szüntelen harc folyik két hatalmas erő, két titán között. Ha a kiterjesztő erő, a hőség oldalán volna a túlsúly, a Nap anyaga szétszóródna a világtérben. A túlsúly azonban ily értelemben nem áll fenn, a hőség ereje kissé elmarad a nyomás ereje mögött.

Nehéz elképzelnünk is a Nap felszínének 6000 foknyi melegét, még nehezebb a Nap belsejének óriási hevét.

Ha fel tudnánk hevíteni egy tízfilléres pénzdarabot a Nap belsejének hőmérsékletére, ez a kicsiny izzó fémdarab tíz kilométernyi körzetben mindent elhamvasztana.

A Nap belsejében az anyag sűrűsége igen nagyfokú, sokszorosan felülmúlja a földkéregben levő fémek sűrűségét. Ám

mégis, a Nap belsejében uralkodó óriási nyomás mellett is, az anyag nem annyira sűrű, mint várnók, ezt megakadályozza a Nap belsejének magas hőmérséklete.

Honnan származik ez a roppant hőkészlet, miért nem fogy el a Nap állandó, óriási méretű kisugárzása mellett és mivel magyarázható, hogy a Nap felületének hőmérséklete állandó marad?

A tudomány előtt ismeretes, hogyha a napgolyó kizárólag szénből állna, akkor kétségtelenül elégne néhányszor tízezer év alatt. Ám a Nap összehasonlíthatatlanul hosszabb idő óta megvan. Elég említenünk, hogy a mi Földünk a Napból több, mint két évmilliárddal ezelőtt vált ki. Maga a Nap pedig bizonyára sokkal idősebb a Földnél. Hogyan lehet hát megmagyarázni a Nap hosszú élettartamát?

Mindezekre a kérdésekre a feleletet a Nap anyagának mivoltában kell keresnünk, abban a különleges állapotban, összetettségben, amelyben a Nap belsejében levő anyag van.

Az igen magas hőmérséklet állandó behatása miatt egyfelől, és az óriási nyomás folytán másfelől, ennek az anyagnak apró részecskéi, atomjai állandóan szétrombolódnak. A széteséskor szétszakad az atom lelke is: az atommag és ezt a jelenséget óriási mennyiségű atomenergiának a felszabadulása kíséri. A Nap méhében, ezekben a viharzó, forrongó mélységekben percenkint, másodpercenkint óriási erejű robbanások történnek. Ezeknek az ereje hasonló az atombomba robbanásának az erejéhez, sőt felülmúlja azt és e közben is atomenergia szabadul fel.

Nemcsak az atomok szétesését kíséri óriási mennyiségű energia kiválása. Az atomok pusztulásával párhuzamosan egy másik folyamat is lezajlik: atomok képződése, és ezzel kapcsolatban ismét energia fejlődik. A Nap belsejében ez a két folyamat egy percig sem szünetel.

Gyakran beszélünk az atomenergia nagyságáról, de nem mindig adunk magunknak számot, hogy milyen óriási az. Jeans (olv. Dzsinsz) angol tudós számítást végzett, amely szemléltető képet ad az atomba zárt és annak szétesésekor felszabaduló energia nagyságáról.

Jeans a következő érdekes számítást végezte el: veszünk négyszáz gramm szenet és meggyujtjuk, egy kicsiny kályhát is alig tudunk vele felmelegíteni. A szokásos égésnél jelentéktelenül kicsiny hő fejlődik, minthogy a füst, hamu és egyéb égéstermé-

kek szét nem rombolt atomokat tartalmaznak, amelyekből nem szabadul fel energia.

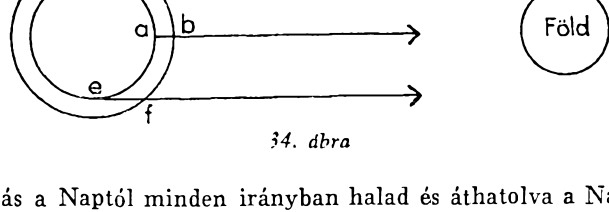
Más eredmény adódnék, ha sikerülne felhasználni az egész atomenergiát, amelyet a négyszáz gramm szén magába zár. E végből természetesen szét kellene forgácsolni minden atomot és atommagot. Akkor egy kis darab szén annyi energiát termelne, amennyi elég volna Anglia összes kályhájának a fűtéséhez és az összes angol gép hajtásához két héten keresztül.

Jeans számításai szerint egy borsónyi kőszén vagy néhány csepp kőolaj annyi energiát adna, hogy azzal egy hatalmas óceánjáró gőzös meg tudná tenni útját az Atlanti-óceánon át és vissza.

A pusztuló és képződő atomok energiája — ime, ez az, ami a Nap belsejében a fény és a hő kiapadhatatlan forrását szolgáltatja. Most már érthető, hogy miért áll fenn a Nap olyan régóta és hogy noha állandóan energiát fogyaszt, nem merül ki, nem hűl le. És még sok évmilliárd fog eltelni addig, amíg a Nap majd hűlni kezd.

Hatalmas energiaáramlások törekszenek a Nap belsejéből a felszíni rétegek felé és ezek a Nap légkörén keresztül kisugárzanak a világtérbe. A Nap energiájának egy jelentéktelen része eljut a Földre is.

A Nap korongjának széle sokkal homályosabb, mint a közepe. Ebben nincs semmi csodálatos: a Nap óriási gömb és a felénk fordított része sokkal közelebb van a Földhöz, mint félgömbjének a földi szemlélő által megfigyelhető szélei. A hő-



34. ábra

áramlás a Naptól minden irányban halad és áthatolva a Nap légkörén, részben elnyelődik abban. Az elnyelő réteg természetesen vékonyabb a napkorong felénk néző részein, mint a szélein (34. ábra).

Azok a sugarak, amelyek a napgolyónak a Föld felé fordí-

tott középső részéről indulnak el, a Nap légkörének kisebb részén *(a—b)* haladnak át, mint a szélekről elindulók *(c—d* és *e—f)*.

A chromoszférát (magyarul: színes övezetet vagy burkot) azért nevezik így, mert napfogyatkozás idején rózsaszínű, sőt olykor vöröses burok alakjában lehet érzékelni. A chromoszférában sok gáznemü anyag van, amelyek hasonlítanak a földkéreg és a földlégkör anyagához. De a Nap chromoszférája abban különbözik a Föld légkörétől, hogy nagyon meleg. A Nap atmoszférájának magas hőfokát a Nap állandó sugárzása okozza.

A protuberanciák: aránylag nyugodt és állandó kidomborodások olyanok, mint a felhők a fotoszféra fölött. Más protuberanciák — az eruptív protuberanciák — hirtelen óriási magasságra emelkednek. Ezek nagyszabású tűzhányó-kitörésekre emlékeztetnek és erejükkel milliószorta felülmúlják az összes ismeretes földi tűzhányó kitöréseit. Némely protuberancia eléri az egymillió kilométer magasságot is. Nézzétek meg a 35. ábrát, amely a protuberanciák és Földünk viszonylagos méreteit mutatja.

35. ábra

A Nap széleinek sötét alapjából igen gyakran kiválnak fényes fehér bolyhok és csíkok; ezek az úgynevezett fáklyák. Egy kissé a fotoszféra fölé emelkednek; hőmérsékletük magasabb, mint a fotoszféráé, azért látjuk őket ilyen élesen.

Különösen érdekesek a Nap felületén lévő foltok. Már régen, az ókorban is észrevették őket az emberek, jóval a távcső felfedezése előtt. Ezek óriásiak és úgy tűnnek fel, mint ideiglenes szigetek a Nap viharzó tűztengerében. Egyes foltok olyan nagyok, hogy méreteik többszörösen felülmúlják a Föld átmérőjét.

A „folt" elnevezés, érthetően, feltételes. Ám tudjuk róluk: a folt legsötétebb részében a hőmérséklet eléri a 4000 fokot, a

sötét részt környező szegélyen a hőmérséklet 5000 fok körül van, alacsonyabb a fotoszféra szokásos hőmérsékleténél, 6000 foknál. A sötét szín így magyarázható: a kevésbbé izzó anyag egészen sötétnek látszik az izzóbb fehér alapon. Ha meggyujtott gyertya mögött, a láng magasságában erősfényű villanylámpát helyezünk el, akkor a gyertya lángja is sötét árnyékot vet a szoba falára.

Bár a napfolt központi része legalább is kétszerte forróbb a megolvadt vasnál, mégis, mint gyengébben izzó folt, a fényesebb fotoszféra alapján sötét szigetnek látszik.

A tudósok megállapították, hogy a napfoltok képződésének helyén különösen erős gázáramlás megy végbe. A folt mélyebb rétegéből felfelé áramlik a gáz, felsőbb rétegeiből pedig visszafelé, a folt belseje felé irányul az áramlás.

Még nem ismerjük a napfoltok keletkezésének okát, de kétségtelen, hogy a foltokban végbemenő mozgás folyamata valamiképpen összefügg a Nap anyagának általános áramlásával. A napfolt, mint mindaz, ami a Nap felületén végbemegy, nem állandó. Aránylag gyorsan változik a foltnak az alakja is, a területe is. Gyorsan jelennek meg kis foltok és ugyanolyan gyorsan szét is oszlanak, olykor néhány nap alatt elenyésznek. Felvetették azt az elméletet, hogy a foltok megjelenése a Nap kihűlését jelenti, de ez a magyarázat kétkedést vált ki: ha a Nap kihűlőben volna, a foltok növekednének, szaporodnának évről-évre, de ilyesmit még soha egy tudós sem észlelt.

Némely évben a napfoltok úgyszólván naponta jelentkeznek, máskor csak ritkán. A napfoltok átlagos periódusa, szintúgy a fáklyáké is, körülbelül tizenegy év. Vitathatatlan, hogy ezek a jelenségek valamiképpen hatással vannak a Föld életére: azokban az években, amikor különösen sok napfolt jelentkezik, a Földön gyakran vannak viharok, mágneses kitörések. Ezért a Szovjetunióban gondosan figyelik a Napon lefolyó összes jelenséget, tanulmányozzák hatásukat az időjárásra, a klímára.

A tudósok számára nagyon fontos, hogy megértsék a Nap természetét, nemcsak azért, mert ez a földi élet forrása, hanem azért is, mert a Nap tipikus, jellegzetes csillag. Mindazt, amit a mi Napunkról sikerül megtudnunk, adott mértékben vonatkoztathatjuk a Tejút legtöbb csillagára, sőt a nagy világmindenség többi csillagrendszerére is.

A Nap anyagának természete

Milyen anyagokból áll a Nap? Milyen a természete ezeknek az anyagoknak? Olyan anyagok vannak-e a Napban, amilyeneket itt a Földön is megtalálunk, vagy különleges nap-anyagokról van szó?

Mindezek a kérdések hosszú időn át felelet nélkül maradtak. És ez nem meglepő: a Nap anyagából nem vehetünk mintát, hogy elküldjük elemzésre a laboratóriumba, ahogy a tudósok teszik, amikor meg akarnak vizsgálni valamilyen földi ásványt.

Ám a tudomány mindenható és a tudósok módot találtak rá, hogy tanulmányozzák a Nap természetét, noha sokmillió kilométerre van a Földtől. Segítségükre jött a napsugár, a távoli Nap küldöttje.

A napfény előttünk fehérnek tűnik fel, ám az a valóságban a hét főszínből áll: vörös, narancsszín, sárga, zöld, világoskék, sötétkék és ibolya. A napfényt felbonthatjuk az alapszínekre, ha átbocsátjuk valamely átlátszó, de eléggé sűrű közegen, például üvegen, vagy vizen. Ezt a fontos felfedezést is Newtonnak köszönhetjük. Ez lehetővé tette a későbbi tudósoknak, hogy egy új, igen fontos vizsgálati módszert dolgozzanak ki: az ú. n. fényelemzést, vagyis spektrál-analízist.

Tanulmányozva az izzó gázalakú anyagok által kibocsátott fényt, rájöttek a tudósok arra, hogy minden elem egynemű színkép (spektrum) helyett csak egyes különálló, keskeny, színes vonalakat mutat. Minden elemnek megvan a maga saját színes vonala: a nátriumé sárga, a rézé három zöld, két sárga és két narancssárga és így tovább.

A színképelemzés felbecsülhetetlen szolgálatot tett a csillagászoknak, mintha elhozta volna a Napnak és más csillagoknak és bolygóknak az anyagát a tudós laboratóriumába. A spektroszkóp, a színképelemző (így hívják a színképelemzéshez szükséges műszert) felfedte az emberek előtt az égitestek felépítésének sok titkát, közöttük a Napét is. Ílymódon létrejött egy új tudományág, az asztrofizika, a csillagok fizikája.

A nélkül, hogy elhagynók a Földet, lehetségessé vált otthon, laboratóriumunkban tanulmányozni a távoli égitestek, bolygók, ködhalmazok, csillagcsoportok, üstökösök, sőt meteorok izzó anyagát, bármilyen messzire legyenek is tőlünk. A tudós készüléké-

vel felfoghatja akármelyik égitest fényét és a fénysugár megmutatja annak az égitestnek az alkatát, amelynek hírnökeként érkezett.

Íme, a következőket sikerült megtudniok a tudósoknak a Napról és az anyagokról, melyekből a Nap áll. Kitűnt, hogy az ismert elemek nagyobbik fele előfordul a Napon is, éspedig gázalakú állapotban. Ilyen elemek: kalcium, vas, hidrogén, nátrium, nikkel, magnézium, kobalt, szilicium, alumínium, titán, sztroncium, mangán, vanadium, bárium, szén, szkandium, réz, cink, ezüst, ón, ólom, kálium stb.

Nem minden elemet lehet egyforma tisztán meglátni a Nap színképében. Némelyik, például az oxigén és a kálium, csak bizonyos különleges feltételek mellett vehető ki. Sok elemet még nem sikerült megtalálni a Napban. De ez még nem jelenti azt, hogy nincsenek meg a Nap anyagában. Nem szabad elfelejteni, hogy a színképelemzést csak az teszi lehetővé, hogy a Nap felszínén és légkörében, atmoszférikus burkában jelenlévő anyagokat tanulmányozzuk. Hogy milyen elemek vannak bezárva a Nap méhében, a tudósok még nem tudják, de ott minden valószínűség szerint megtalálható sok olyan elem, amely nem észlelhető a Nap felületén és pedig a legnehezebbek.

Van még egy körülmény, amelyet nem szabad szem elől téveszteniink: a napsugarak keresztülhaladnak Földünk légkörén és ez elnyeli a színképvonalak egy részét, nyilvánvalóan a leggyengébbeket. Ám kétségtelen, hogy a tudomány, amely legyőzi a világmindenség óriási tereit, megbirkózik azokkal a nehézségekkel is, amelyek egyelőre meggátolják a behatolást a mindenség megfejthetetlen titkaiba.

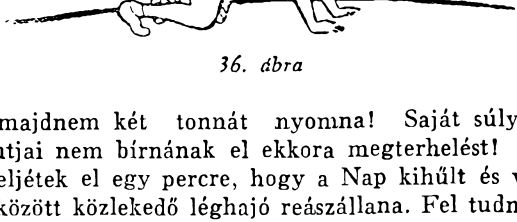
Már most is nagyon sokat tudunk az égitestek természetéről. És a legfontosabb következtetés, amit levonhatunk, így hangzik: a Nap szerkezetében ugyanazok az anyagok találhatók meg, mint a Földében. Nincs semmiféle különleges nap-anyag vagy csillag-anyag. Igaz, hogy a nap-protuberanciák tanulmányozásánál találtak rejtélyes sárga vonalakat, amelyek nem feleltek meg a Földön ismert elemek egyikének sem. A csillagászok arra a feltevésre jutottak, hogy egy nagyon könnyű gázról van szó, amely a Nap tűzhányókitöréseinél óriási magasságokba árad a többi gáz keverékével együtt. Ezt aztán héliumnak (naperedetűnek) nevezték el. De alig telt el egy kis idő és a héliumot sikerült felfedezni a Földön is.

A Nap izzó, gázalakú anyagainak viharzó, tomboló tűztengere, állandó robbanásaival, kevéssé hasonlít a mi nyugodt, kihűlt bolygónkra. Amint később látni fogjuk, a csillagok erősen különböznek egymástól: hőmérsékletük, anyagaik vonzóereje és sűrűsége tekintetében egyaránt. Ám mégis mind ugyanazon anyagokból állanak és a mindenség csillagvilágai összetételükre nézve megegyeznek egymással.

Ezért mondhatjuk igaz meggyőződéssel: a Föld nem különálló, speciális égitest. Ugyanazoknak az anyagoknak összetételéből áll, amelyek a mindenség többi világait alkotják.

Még valamit a Napról

A Napon nincs élet és nem is lehet addig, amíg le nem hűl és felületén kemény kéreg nem képződik. Ám tegyük fel, hogy eltelt ez a tengersok év, az évek ezermilliói és a Nap perzselő hősége kiégett már, folyékony anyaga megszilárdult. Feltehető-e, hogy ebben az esetben a Föld emberei és állatai élni, mozogni tudnának a Nap felszínén? Meg lehet állapítani, hogy nem. Közönséges földi ember nem volna képes még állni sem a Napon vagy akár egy lépést is tenni. (36. ábra.) Egy 70 kg súlyú ember

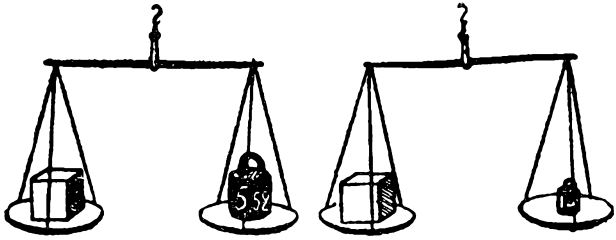


36. ábra

a Napon majdnem két tonnát nyomna! Saját súlya lapítaná össze, csontjai nem bírnának el ekkora megterhelést!

Képzeljétek el egy percre, hogy a Nap kihűlt és valamilyen égitestek között közlekedő léghajó reászállana. Fel tudna-e szállni róla ez a léghajó, el tudná-e hagyni a Nap világát? Bizony nem volna képes rá, hogy megtegye. A Nap vonzóereje ehhez túlságosan nagy. A Nap vonzóerejének leküzdésére másodpercenkint majdnem háromszáz kilométeres sebességet kellene kifejtenie. Aligha fognak ekkora mozgási sebességet elérni a csillagok közt

egyszer majd közlekedő léghajók. Így magyarázható az is, miért nem repül szerteszét a Nap anyaga: a belső robbanások által százezer kilométerekre kilövellt napanyag ismét visszahull. Még senki sem mérte meg az anyag sűrűségét a Nap méhében, ám ezt nem nehéz meghatározni. egyszerű számítást kell csupán végezni: elosztani a Nap tömegét a köbtartalmával. Kitűnik, hogy a napanyag átlagos sűrűsége negyedrésze a Földének. Míg egy köbcentiméter földanyag átlagos súlya 5.52 gramm, a napanyagé csak 1.41 gramm. Ez azt jelenti, hogy a napgolyó kb. másfélszerte nehezebb egy ugyanolyan térfogatú, vizzel töltött gömbnél. (37. ábra.)



37. ábra

Számítások bizonyították, hogy a Nap anyaga gázállapotban van. Ezt a jelenséget csak akkor tudjuk megmagyarázni, ha figyelembe vesszük a Nap belső rétegének óriási hőfokát.

Lehet-e beszélni a Napon napról és évről? Más szavakkal: forog-e a Nap saját tengelye körül és mozog-e a világtérben más égitest körül?

A megfigyelések kimutatták, hogy a Nap forog ugyan a tengelye körül, de másként, mint a Föld: „A Napbeli nap" nem egyforma ideig tart a Nap felületének különböző pontjain. A Nap egyenlítője teljes fordulatát huszonöt földi nap alatt végzi el, de már az egyenlítőtől kissé távolabb levő ponton a Nap mozgása lassúbb, itt a teljes körülforgáshoz huszonhat földi napra van szükség. A napgolyó sarkai közelében a körülforgás ideje harminc-négy földi napra nyúlik.

Ha sikerülne eljutni a Napra, ki tudnók-e választani, hogy melyik helyről figyelhetők meg kényelmesebben az égitestek? Ha a Nap egyenlítőjéről nézel valamely csillagot, gyorsabban mozog, ha a sarkvidékéről, lassabban.

Ez a szokatlan jelenség érthetővé válik, ha emlékezetünkbe idézzük, hogy a Nap anyaga nincsen szilárd halmazállapotban.

Az egyenlítőn a nagy centrifugális erő következtében a napgolyó gázalakú anyaga gyorsabban tudja elvégezni körforgását, mint a sarkok közelében. Itt a centrifugális erő kisebb, a sarkokon pedig teljesen hiányzik.

Úgy tűnhetik fel, hogy a Nap túlságosan lassan forog a Földhöz viszonyítva. De nem szabad elfelejtenünk, milyen óriásiak a Napgolyó méretei. A Föld napi forgásánál az egyenlítő minden pontja másodpercenként félkilométer (pontosabban: másodpercenként 465 méter) sebességgel mozog. Ám a napgolyó mérhetetlenül nagyobb a földgolyónál, ezért, habár lassan forog a tengelye körül, mégis egyenlítőjének minden pontja egy másodperc alatt két kilométernyi sebességgel mozog, tehát négyszerte gyorsabban, mint a földi egyenlítő.

A Nap nemcsak forog önmaga körül, hanem kering is a világtérben. A Nap-i „év" tartama (a mi világítócsillagunknak teljes keringési időszaka) több mint 200,000.000 év! A Napnak, mint önálló csillagnak kialakulása óta valószínűleg tíz-tizenöt ilyen kolosszális „év" telhetett el.

IV. fejezet

A NAP CSALÁDJA

A régiek elképzelései

Kláviusz Ptolemaiosz tudós tizenhét évszázaddal ezelőtt azt állította, hogy a mozdulatlan Földnek — a világ közepének — van néhány mozgó burka, szférája, a Hold, a Nap és más bolygók számára és csak ezek mögött foglal helyet a mozdulatlan, álló csillagok szférája.

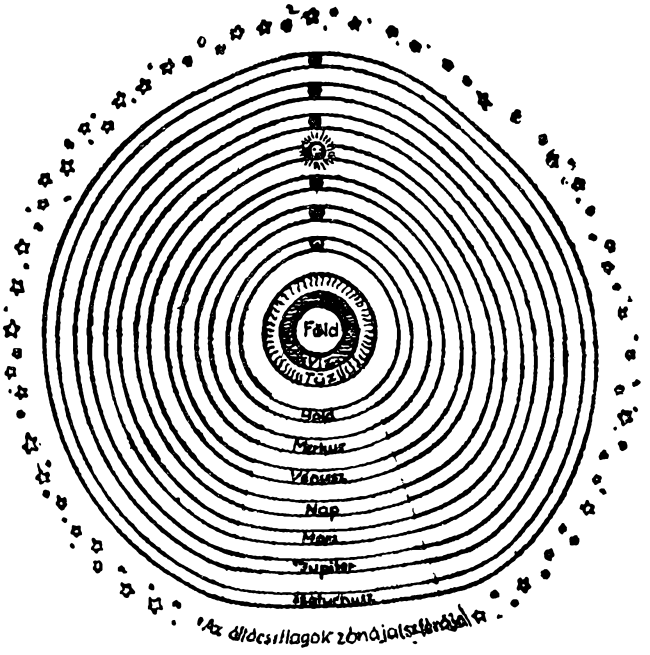
Ptolemaiosz sok mindenben tévedett, de képzett ember volt a maga korában és munkájában kifejtette mindazt, amit kortársai tudtak.

Tehát Ptolemaiosz idejében már meg tudták különböztetni a bolygókat a csillagoktól (38. ábra), vagyis a mozgó égitesteket, amelyek állandóan változtatják helyzetüket, más mozdulatlan égitestektől.

Az ókorban hét planétát (planéta görögül annyit jelent, mint bolygó, kóborló) ismertek: a Földön és a Holdon kívül még a Merkurt, Venust, Marsot, Jupitert és a Saturnust. Mikor azonban elkezdték tanulmányozni ezeknek a pályáját a többi égitestek között, zavarba jutottak, nagyon is szeszélyeseknek, furcsáknak tűntek fel ezek a pályák az ókori csillagászok előtt.

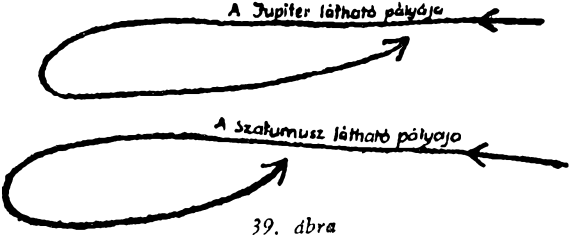
A 39. ábra a Jupiter és a Saturnus bolygók látható útját mutatja a Kos csillagcsoport csillagai között az 1941. évben. Hurokféle utakat láthattok rajta: eleinte mindkét bolygó jobbról balfelé halad, azután megfordul és jobbfelé tart, útján hurkot formálva.

Azután a két bolygó különböző gyorsasággal ismét balfelé fordul és bizonyos idő multával erősen eltávolodnak egymástól.



38. ábra

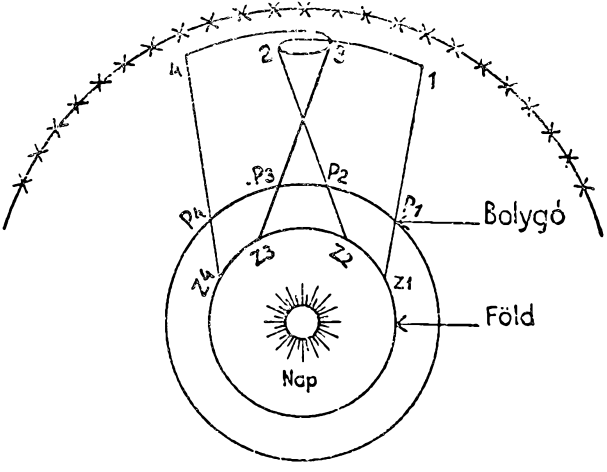
Azokat a törvényeket, amelyek szerint ezek a bolygók útjukon mozognak, nagyon nehéz megtalálni és meghatározni, ha Ptolemaiosz tanával összhangzásban igyekszünk magyarázni őket, elfogadva, hogy a bolygók mozognak a mozdulatlan Föld, a világ közepe körül.



39. ábra

Valóban, az ókori csillagászok sokféle agyafúrt magyarázatot eszeltek ki, fölfedeztek bizonyos kiegészítő köröket is és így megszerkesztettek olyasvalamit, mint az óragépezet. A józan gondolkozású embernek lehetetlen volt rá nem jönnie arra, hogy itt valami tévedés rejlik.

De minden érthetetlenség és talány eloszlott, amikor felismerték, hogy a Föld mozog és vele együtt a rajta lévő csillagász is, aki észleli az égitestek mozgását.

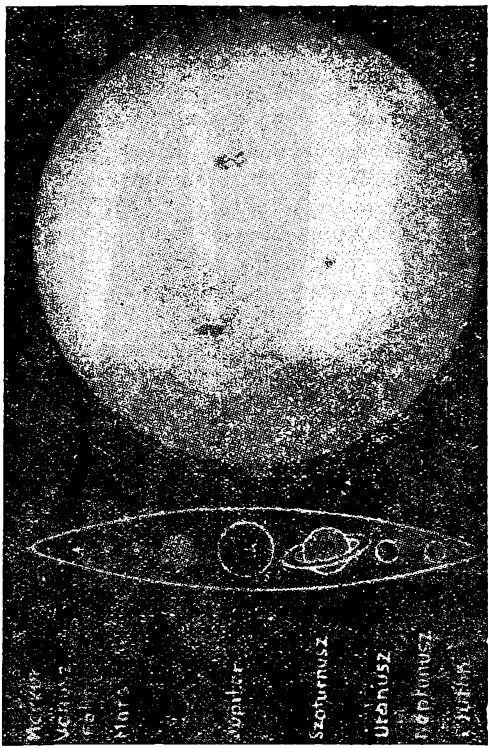


40. ábra

A 40. sz. rajz feltünteti a Földet négy különböző helyzetben (Z1,Z2,Z3,Z4) és egy bolygónak négy megfelelő helyzetét (P1, P2,P3,P4). Amikor a Föld a Z1 helyzetben van, akkor a bolygó a P1 helyzetben és a bolygó a csillagok között az 1. számmal jelzett ponton látható (40. ábra). Ha a Föld a Z2 helyzetbe kerül, a bolygó pedig a P2-be, a csillagászok a csillagok között a 2. sz. ponton látják azt. Ebből a rajzból nem nehéz meggyőződni arról, hogy a valóságban a bolygók nem írnak le semmiféle hurkot. Ezek a hurkok látszólagosak: csak az a megfigyelő látja őket, aki maga is mozog a Földdel együtt. Éppen így ítélte meg a dolgot Kopernikusz, a híres csillagász. Negyven éven át ellenőrizte lángeszű feltevését és végülis kifejtette véleményét a Földnek a Nap körül való mozgásáról, 1543-ban kinyomtatott könyvében. Tudjátok, hogy Kopernikusz tanítását megerősítették az

újabb megfigyelések. Ptolemaiosz rendszere pedig eltávozott az örök homályba.

A régi világban a bolygókat istenségeknek tekintették, az emberek hite szerint mindegyik bolygó bizonyos erővel rendelkezett és irányította a természetet. A bolygók mozgása, gondolták



41. ábra

a régiek, az istenek utazása az égbolton tüzes szekéren. A szerint, hogy milyen csillagok között mutatkoztak a bolygók, a hamis csillagászok — az asztrológusok, csillagjósok — sorra megmagyarázták a földi eseményeket. Magától értetődik, hogy az asztrológusoknak ezeket az értelmezéseit, fecsegéseit rég elfelejtették a tu-

dósok és csak némely tudatlan és babonás ember igyekszik olykor feleleveníteni a letűnt századok bárgyú meséit.

Az ókorban, amikor még nem volt semmiféle optikai készülék és az emberek puszta szemmel figyelték az eget, hét bolygó volt ismeretes. A régi tudósok, tanulmányozva azokat, neveket adtak nekik, amelyek napjainkig fennmaradtak. A Naphoz legközelebb eső bolygót Merkurnak nevezték el, mögötte következett a Venus, majd a mi Földünk. A negyedik helyen a Mars, távolabb a Jupiter és a Saturnus.

A többi három bolygó — az Uranus, a Neptunus és a Pluto — még távolabb vannak a Naptól. Ezeket csak akkor fedezték fel, amikor a csillagászok távcsöveket kezdtek használni. Különösen érdekes a Neptunus felfedezése (az 1846. évben) és a Plutóé (1930-ban). A csillagászok először számítások útján kimutatták, hogy ezeknek a bolygóknak meg kell lenniök, sőt megjelölték az égboltnak azokat a részeit is, amelyeken át kell haladniok. Csak ezután tudta őket felfedezni a pontosan odairányított távcső. Ezek a felfedezések kimagasló diadalai a tudománynak. Párhuzamba lehet állítani őket a nagy orosz vegyésznek, Mendelejevnek jövendöléseivel, amelyek új, addig ismeretlen elemekre vonatkoztak.

Az összes bolygó, akárcsak a mi Földünk, már kihűlt, sötét égitest, amelyet csak a Nap sugarai világítanak meg. És ha némelyik bolygón van is élet, azt éppen úgy, mint a mi Földünkön, a Nap melege és fénye tartja fenn.

A Nap családjának bolygói

Mindegyik bolygó a Nap körül mozog, mindegyiknek a Nap mellett van a helye, a Nap körül az útja. Az a bolygó, amely közelebb van a Naphoz, rövidebb utat tesz meg, a Naptól távolabb levőknek hosszabb a pályájuk. A 42. ábra képet ad arról, hogy milyen messzire vannak a bolygók a Naptól. A Naptól harmadik, alig látható kör jelzi a Föld évi útját. Egész kicsinek tűnik fel, a Naptól távoli bolygók pályáihoz viszonyítva, pedig kitesz 942,000.000 kilométert. Kiszámítani, hogy milyen hosszú bármelyik bolygónak az útja, egyáltalán nem nehéz. Szintúgy egyszerű annak a kiszámítása is, hogy milyen távol van

a Naptól valamelyik bolygó. Ehhez 150,000.000 kilométert (a Földnek a Naptól való távolságát) meg kell szorozni az alábbi táblázat számaival. Az ebben felsorolt számok megmutatják, hányszor van közelebb a Naphoz vagy távolabb a Naptól valamelyik bolygó, mint a Föld. Természetes, hogy azokon a bolygókon, amelyek közelebb vannak a Naphoz, a Nap nagyobbnak, a távolabbiakon kisebbnek látszik.

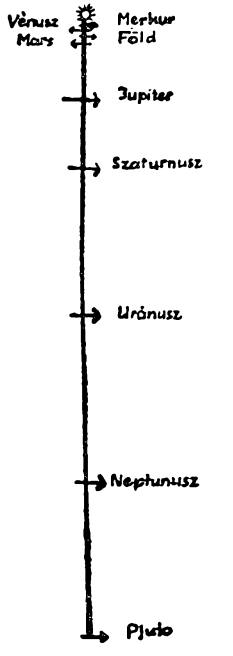
Merkur	0.4	Saturnus	9.5
Venus	0.72	Uranus	19.2
Föld	1	Neptunus	30
Mars	1.52	Pluto	40
Jupiter	5.2		

A túloldali diagramma (43. ábra) szemléltető képet ad arról, hogy mekkorának látszik a Nap az egyes bolygókról.

A Merkur igen közel van a Naphoz, ezért égboltján a Nap óriásinak látszik. Képzeljétek el, milyen forrón süthet a Nap a Merkuron! És lám a Neptunuson és különösen a Plutón nagyon hideg van, s a Nap ezekről a bolygókról egészen kicsinynek, csak egy igen fényes csillagnak látszik. Ne feledjétek el, hogy a hideg és a meleg nem csupán a távolsággal arányosan nő vagy csökken, hanem a távolság négyzetével. Például a Jupiter 5.2-szerte távolabb van a Naptól, mint a Föld, de fényt és meleget huszonhétszer (5.2×5.2) kevesebbet kap. Ennélfogva a Plutón ezerhatszázszorta hidegebbnek kell lenni, mint a Földön (ha csak a két bolygónak a Naptól való távolságkülönbségét vesszük figyelembe.)

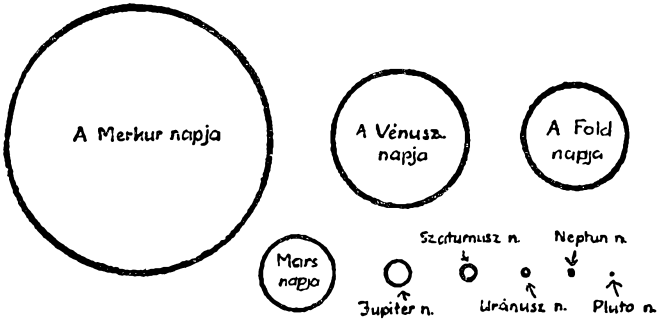
A Nap-család bolygói között vannak kicsinyek és óriási nagyok. Méreteikről képet ad a 44. ábra.

A legnagyobb bolygók a Jupiter és a Saturnus. A Földhöz viszonyítva óriásiak. A Jupiter például 1340-szer nagyobb a föld-



42. ábra

golyónál. A Saturnusban hétszázhatvanszor férne el a Föld. De bármilyen nagyok is ezek az óriásbolygók, nem vetekedhetnek a Nappal. A legnagyobb bolygó, a Jupiter is legalább ezerszer kisebb a Napnál!



43. ábra

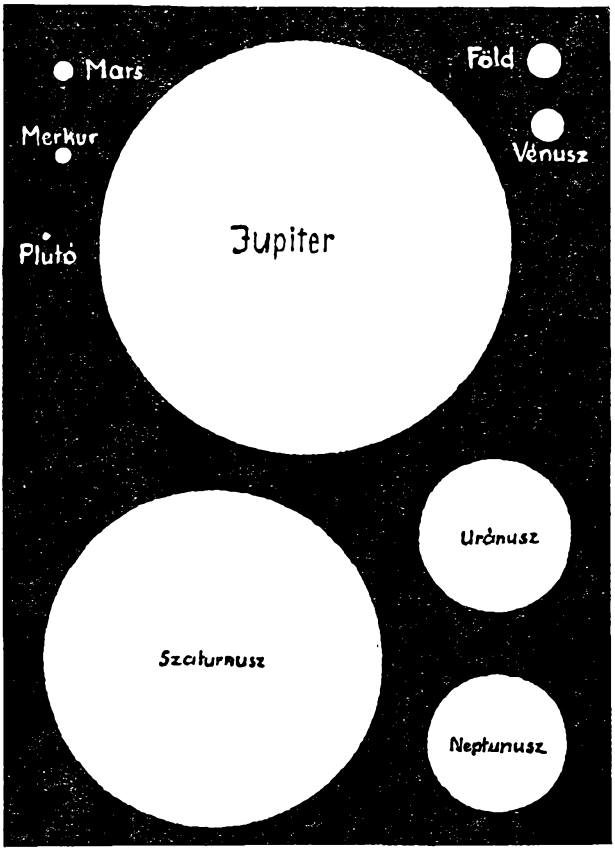
Ha összerakjuk a naprendszer összes bolygóinak térfogatát, mindnyájan együttesen alig egy hatszázadrészét teszik ki a Napnak. Megállapítható, hogy a Nap igazi óriás és joggal illeti meg a központi hely a mi rendszerünkben. (45. ábra.)

A bolygók és az élet

Amikor azt mondjuk: élet, a Föld növény- és állatvilágának végtelen sokféleségét képzeljük magunk elé. Élet — annyit jelent, mint füvek, bokrok, fák, vízinövények; annyit jelent, mint halak, madarak, rovarok, mikróbák, emlősök, kétéltűek és hüllők. Mindezek képesek oszlani, szaporodni, lélegzeni, táplálkozni, meghalni. Lehetséges-e másféle élet, amely teljesen különböző a mi földi életünktől? Valószínűleg lehetséges. De hogy az milyen, miféle alakban jelentkezik, nem tudjuk és el sem bírjuk képzelni. Ezért, amikor majd arról fogunk beszélni, van-e élet más bolygókon, és a feltételekről, amelyek mellett élet lehetséges, akkor olyan életre fogunk gondolni, amely megfelel a mi földi életünknek és olyan feltételekről, amelyek összeegyeztethetők a mi földi életünk körülményeivel.

Mi szükséges az élethez? Mindenekelőtt levegő, amelyben

elegendő oxigén van, vagyis légkör, atmoszféra. A másik szükséges feltétel az egyenletes hőmérséklet, nagyobb ingadozások nélkül. Végül víz. Nem élhetünk víz nélkül, mint ahogy nem élhetnek nélküle a növények és az állatok sem, hiszen bármely

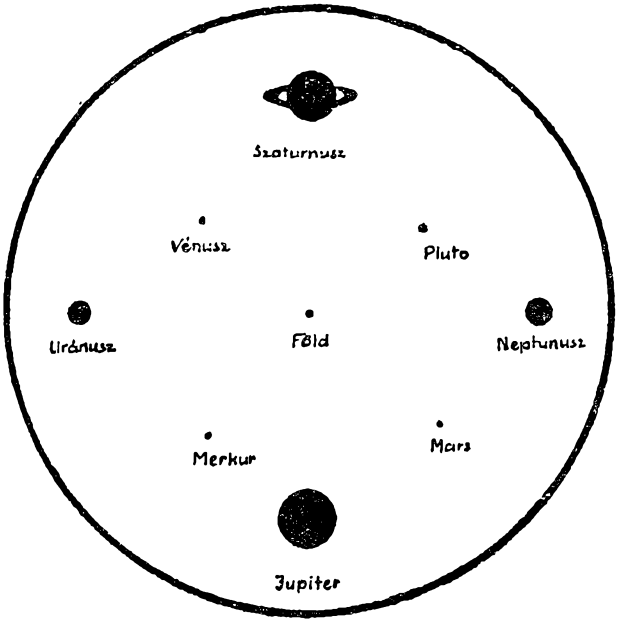


44. ábra

élő szervezet nagyrészben vízből áll. Tehát az élethez a bolygókon is vízre van szükség.

Milyen bolygón vannak meg ezek az elengedhetetlen élet-

feltételek? A Jupiter, a Saturnus, a Neptunus és a Plutó kizárhatók, ezeknek a felületén túlságosan nagy a hideg. Nagyon kevés meleget kapnak a Naptól. Helyzetük nagyon kedvezőtlen ahhoz, hogy élet fejlődhessék rajtuk. Nem lehet élet azokon a bolygókon sem, amelyek állandóan egyik oldalukkal fordulnak a Nap felé. Nem jelentkezik élet ott sem, ahol túl nagy a forróság,



45. ábra

mint a Merkuron. A mi Földünk a többi bolygóhoz viszonyítva a legkedvezőbb helyzetben van — nincs sem nagyon távol a Naptól, sem túlságosan közel hozzá. De még ha el is fogadjuk, hogy a Föld az egyedüli bolygója a Nap-rendszernek, amelyen élet fejlődött ki, ez még nem jelenti azt, hogy a Föld valami különleges bolygó. A világmindenségben sok csillag-nap van és ezeknek némely bolygóján valószínűleg megvannak azok a feltételek, amelyek lehetővé teszik, hogy rajtuk élet fejlődjék a maga végtelen sokszerűségében.

A legforróbb bolygó — a Merkur

Egészen közel a Naphoz, a Föld és a Nap távolságának négytized részén foglal helyet a Merkur. A Naptól mindössze 58,000.000 km választja el. Az év ezen a bolygón csupán nyolcvannyolc földi napig tart, ennyi idő alatt futja meg pályáját a Merkur a Nap körül. Rajta is, épúgy, mint a Holdon, a nap ugyanannyi, mint az év. Vagyis a Merkur a saját tengelye körül ugyancsak nyolcvannyolc földi nap alatt fordul meg. Mindig ugyanegy oldalával fordul a Nap felé. Ezért az egyik oldalán tűrhetetlen a hőség (a Merkur hatszor annyi meleget kap, mint a Föld), az ellenkező felén pedig elviselhetetlen hideg van. A Merkurnak nincs légköre, semmi nyomát sem lehet felfedezni még a legerősebb távcsövekkel sem. Meggyőződéssel mondhatjuk, hogy ezen a bolygón nincs élet, üres és terméketlen.

A Merkurt nagyon nehéz megfigyelni a Földről, bár igen erősen világít. Nagyon közel van a Naphoz és mintegy elvész a sugaraiban. Szűk keringési pályája folytán, a Földről nézve, állandóan a Nap előtt vagy mögött helyezkedik el, vagy nagyon közel a Nap korongjához. Csak néha hajlik el a Merkur 25—28 fokra a Naptól jobbra vagy balra és ilyenkor sikerül meglátni, derült égboltnál, nem magasan a látóhatár felett, este vagy reggel. Ezenkívül a Merkur sohasem kerül közelebb a Földhöz, mint 82,000.000 km, sőt néha 217 millió kilométerre is megnő a távolság kettőjük között; mindez bonyolulttá teszi a bolygó megfigyelését. De ha sikerül távcsőbe kapni, akkor észlelhetők a fázisai, s ezek emlékeztetnek a Hold fázisaira. Ha esetleg a Föld és a Nap között vonul el, akkor csak a sötét fele fordul felénk. Ebben a helyzetben a Merkur természetesen nem látható a Földről. Csak a Nap korongján feltűnő sötét foltocska alakjában lehet ilyenkor meglátni a bolygó korongját. Ha a Merkur akkora távolságra volna a Földtől, mint a Hold, akkor teljesen elfedné a Napot. Ám a Merkur kétszázszor messzebb van a Földtől, mint a Hold és ezért legnagyobb földközelségének idején sem tudja eltakarni a Nap számottevő részét.

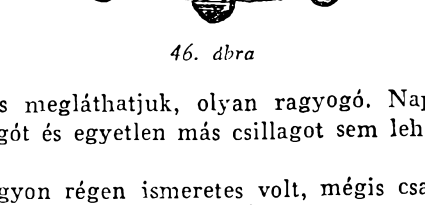
Térfogatát tekintve a Merkur háromszor nagyobb a Holdnál és a Földnek tizenheted része. A Föld felülete hat és félszer nagyobb, mint a Merkuré. Amint látjátok, az örökösen a Nap sugaraiban fürdő Merkur aránylag kicsiny bolygó.

A legszebb bolygó — a Venus

Íme, ez a másik bolygó, amely a Nap és a Föld között helyezkedik el s amelyet ismer és megtalál az is, aki nem csillagász-szakember. Szép, fényes, nagy csillag a Venus. Jól lehet látni este, napnyugta után, vagy reggel, napkelte előtt. A Venus ragyogása erős, csak a Nap és a Hold mögött marad el. Lehet, hogy ezért ismerték oly jól az ókor népei és nevezték el Reggeli és Esti csillagnak. Sőt hosszú időn át azt hitték, hogy két különböző, nagyon fényes csillag létezik, de azután meggyőződtek arról, hogy soha ugyanazon vagy egymást követő napon nem lehet egyszerre két ilyen csillagot látni, csak egy észlelhető közülük. akár a reggeli, akár az esti órákban. Bizonyos idő multán a csillag, amely néhány hónapon át csak este volt látható, már csak reggel jelent meg az égen.

Ezért a csillagászok már régen levonták azt a helyes következtetést, hogy csak egy ilyen fényes bolygó van; olykor reggelenkint látható és akkor a Naptól jobbra tűnik fel, vagy pedig esténkint, de akkor már a Naptól balra. (46. ábra.)

Olyan szép ez a nagy, nyugodt, nem pislogó fényű bolygó, hogy a régi csillagászok Venusnak nevezték el, a szépség istennőjének tiszteletére.

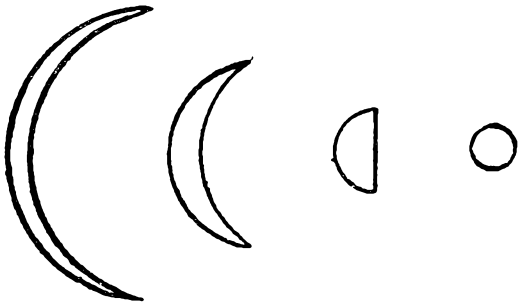


46. ábra

Ha tudjuk, merre jár a Venus, még nappal, a napfény ellenére is megláthatjuk, olyan ragyogó. Napfénynél egyetlen más bolygót és egyetlen más csillagot sem lehet meglátni.

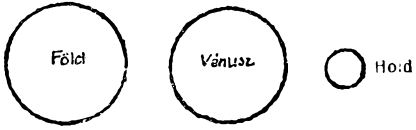
Bár a Venus már nagyon régen ismeretes volt, mégis csak Galilei látta meg először fázisait 1610-ben. Ám épúgy, mint a Merkur fázisainál (48. ábra), a Venus látható átmérője is változik. Amikor a Venus keskeny sarló alakjában jelentkezik, nagyobbnak látszik, amikor pedig egész korongja látható, úgy tűnik fel, mintha méretei megkisebbedtek volna. Ezt mi sohasem észlelhetnénk, ha a Venus, mint azt Ptolemaiosz tanította, a Föld körül keringene. Ám a Venus a Nap körül mozog és így méreteinek és alakjának változása érthető számunkra. Így Galileinek

ez a felfedezése súlyos bizonyítékul szolgált Kopernikus tanítása mellett és véglegesen megdöntötte a tant, mely szerint a Föld volna a világ közepe.



47. ábra

A Hold után a Venus a legközelebbi szomszédja a Földnek. Olykor negyven millió kilométernyire megközelítik egymást. De a Venus még ekkor is távolabb van a Földtől, mint a Hold, legalább is százszorosan. Ennélfogva, mikor a Venus elhalad a Nap előtt, nem sötétíti el és nem következik be napfogyatkozás. A tudósok ilyenkor csak egy kicsiny, fekete szemcsét észlelnek, amelyet keskeny, fényes burok vesz körül s ez világosan kivehető a Napon. Ez az elvonulás a Nap előtt nem történik meg gyakran: a legközelebbi csak a 2004-ik év június nyolcadikán, azután 2012 június 6-án megy majd végbe. majd száz évnyi szünet következik, egészen 2117 december 11-ig.



48. ábra

1761-ben a Venus elhaladt a napkorong előtt és M. V. Lomonoszovnak módjában volt megfigyelni ezt a ritka jelenséget. Először is azt emelte ki, hogy a Venus sötét szemcséjét burok veszi körül, amely jól látható a Nap korongján. Így tehát, követ-

keztette Lomonoszov, a Venusnak van légköre. (. . .„Tekintélyes légkör veszi körül, amely akkora, ha ugyan nem nagyobb, mint az, amely a mi földgömbünket veszi körül.") És ez helyes következtetés volt: a Venuson sűrű légburok van. Felszínét állandóan sűrű, dús levegőréteg takarja el szemeink elől.

Hasonlít-e a Venus légköre a mi Földünkére? Erre a kérdésre felelni annyit jelent, mint felelni a másik, nagyon vitatott kérdésre is: van-e a Venuson a mi földi életünkhöz hasonló élet?

Nem kis segítséget nyujtott ennek a kérdésnek az eldöntéséhez a színképelemzés. A napfény színképében, amikor az áthalad a Venus felső légrétegein, még szabad oxigén jelenlétét is sikerült megállapítani. Viszont a Venus légkörében igen sok a széndioxid, szintén a külső rétegekben. Ennek a rétegnek a vastagsága több mint száz méter. A Venus légburkának összes, alsóbb rétegeiben is sok a széndioxid, hasonlíthatatlanul több, mint a Föld légkörében.

Ez az észlelés azt mondja, hogy az élet még nem bontakozott ki a Venuson, ami azonban nem jelenti azt, hogy a jövőben a Venuson nem fog kifejlődni a mi Földünkéhez hasonló élet.

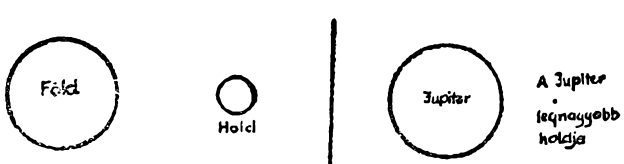
Tudjuk, hogy Földünk légköre sokmillió évvel ezelőtt sokkal több széndioxidot tartalmazott, mint most. Tanusítják ezt az óriási mennyiségű kőszénlerakódások, a hajdani erdők maradványai. Ezekben a régi, történelemelőtti időkben az ásatag erdők sűrű takarója óriási mennyiségű széndioxidot fogyasztott el a Föld akkori légköréből és ehelyett oxigént szabadított fel. Más szavakkal, lassankint, százmillió évek folyamán a mi légkörünk fokozatosan vesztett széndioxidtartalmából, ennek szene beépült a fejlődő növényzetbe, az oxigén pedig szabad állapotban megtelítette a légkört. Lehetséges, hogy éppen most folyik le a Venuson az, amin a Föld már átesett a régi, történelemelőtti korszakokban. És lehetséges, hogy sok-sok év mulva megváltozik a Venuson a légkör összetétele és az élet kezd kifejlődni. A Venus első lakói növények lesznek, azután egyéb kedvező körülmények mellett megjelenhetnek az állati szervezetek is. Így tehát a Venus, amelyet eddig mint nagyon szép és fényes bolygót ismertünk, most már ezenfelül igen érdekessé is vált szemünkben, mert a jövőben megismételheti a mi Földünk történetét.

Az ikerbolygók

A közönséges csillagokon kívül, amelyek hasonlók a mi Napunkhoz, ismernek a csillagászok ikercsillagokat is. Ezek a csillag-napok rendszerint nem nagyon különböznek egymástól, nagyság, mozgás dolgában pedig kölcsönösen egymáshoz vannak kötve. Van-e a naprendszerben ehhez hasonló jelenség, vannak-e iker-bolygók? Érthető, hogy Napunkat és a naprendszer bármely bolygóját együttesen nem lehet ikerbolygónak nevezni, ehhez túlságosan különbözők a méreteik.

Vannak-e egyáltalán a világmindenségben ikerbolygók, amelyek emlékeztetnek az ikercsillagokra? Lehetséges, hogy vannak, de a világmindenség bolygóit még nem vizsgálták. A tudósok csak a mi napcsaládunk bolygóit tanulmányozták. Ezek közül a Merkurnak, Venusnak és Plutónak nincs utitársa. A többi bolygó utitársai viszonylag nagyon kicsinyek. A Jupiter legnagyobb utitársának átmérője harmincszorta kisebb, mint anya-bolygójáé, a Saturnusnál pedig huszonhétszeres a különbség. És mégis, a naprendszerben van ikerbolygópár és mindnyájan jól ismerjük őt. Ez az ikerbolygópár a mi Földünk és utitársa, a Hold. Ezek méretei (mint a rajzon jól észrevehető) nem különböznek oly nagy mértékben, mint például a Jupiteré és holdjáé. A Föld és a Hold csekély mértékkülönbségeit a legjobban az a csillagász észlelhetné, aki a Venuson tartózkodik.

Valóban, a Venusról a mi Földünk hatszorta fényesebbnek látszana, mint amilyennek látszik nekünk, a Föld lakóinak a Venus. Erre nem nehéz megtalálni a magyarázatot.



49. ábra

Mi akkor figyelhetjük a Földről a Venust, amikor az a földgolyó és a Nap között foglal helyet és ezért csak egy kis részét láthatjuk, azt, amelyet a napsugarak megvilágítanak. Viszont a Venuson lévő észlelő majdnem az egész naptól megvilágított

részét láthatja Földünknek, mivel a Nap a Venus mögött helyezkedik el.

A Földet a Venusról nagyon előnyös a „földtölte" időszakában megfigyelni, mikor a két bolygó egymás közelében van. A csillagász a Venusról olyan fényesnek látná a Holdat, hogy az fényesség tekintetében vetekedhetne a Jupiterrel (a Venus után emez a legfényesebb az égboltunkon látható bolygók és csillagok között).

A megfigyelőnek nagyon érdekes látványban lenne része: látná, milyen gyorsan forog a kisebb bolygó (a Hold) a nagyobb (a Föld) körül. Ezt nem lehetne látni a naprendszer egy más tagjáról sem, ha nem vesszük figyelembe magát a Napot.

A megfigyelő a Venusról a Holdat sárgásnak látná, körülbelül olyan színűnek, amilyennek mi is látjuk. A Föld pedig világoskékes-fehérnek mutatkozna. Valószínűleg ez nagyon szép látvány lenne: két bolygó-testvér, az egyik sárgás, a másik kékes.

A Venuson felállított hatalmas távcsövekkel a megfigyelő kétségtelenül észrevenné a Földet borító felhőket. Lehetséges, hogy sikerülne megfigyelnie még az évszakok változását is a Földön.

A ferde napsugarakban meg lehetne különböztetni óceánjainkat: sötétebb foltoknak látszanának, és a hatalmas felhőket, mint világosabb foltokat. Valószínűleg sikerülne megkülönböztetni hóval fedett, fehér területeket és sárgás-vöröseket, a sivatagokat.

Ám a városokat felfedezni aligha sikerülne, ehhez túl nagy az a távolság, amely a Venust a Földtől elválasztja.

A Föld hasonmása a Mars

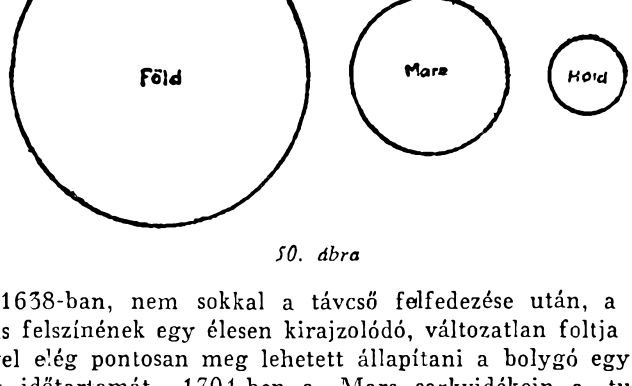
Olykor megjelenik az égen egy vörös csillag, vörösessárga színben ég és egyáltalán nem pislog. Ez az égitest nem lehet állócsillag, mert észrevehetően tovamozog a többi, álló csillag között. Bolygó ez, és nyugodt, nem lobogó fénye megerősíti feltevésünket.

Ezt a bolygót az ókori népek elnevezték Marsnak, a hadisten tiszteletére. A Mars fénye éles, csak a Venus és a Jupiter fénye mögött marad el. A Marsot hosszabb ideig figyelhetjük meg, mint a Venust; egész éjszakán át látható, míg a Venust, valamint a Merkurt is, vagyis a Naphoz közel eső bolygókat, mindössze néhány órán át tudjuk megfigyelni.

A Nap körül a Mars közepes, a Földénél másfélszerte nagyobb távolságban kering. Az év ezen a bolygón majdnem kétszer olyan hosszú, mint a Földön (687 nap), míg a nap majdnem akkora (24 óra, 37 perc, 22.58 másodperc).

A Mars tengely-körüli megfordulásának az idejét nagyon pontosan meg lehetett állapítani, minthogy hatalmas távcsövekkel sikerült észrevenni felszínének néhány jellemző rajzát.

Bár a Mars 56 millió kilométer távolságra van tőlünk, a legkedvezőbb esetben, nagy távcsövek segítségével sikerült a felszínét jobban kifürkészni, mint a többi bolygóét és így jól magunk elé tudjuk képzelni ezt a társunkat.



50. ábra

1638-ban, nem sokkal a távcső felfedezése után, a Mars sárgás felszínének egy élesen kirajzolódó, változatlan foltja segítségével elég pontosan meg lehetett állapítani a bolygó egy napjának időtartamát. 1704-ben a Mars sarkvidékein a tudósok fehér foltokat vettek észre. Ezek a foltok nem maradtak változatlanok és ha hosszabb időn át érték őket a napsugarak, akkor megkisebbedtek. Ebből a tudósok azt következtették, hogy a Marson évszakváltozások folynak le és a fehér foltok megkisebbedése nem más, mint a hó és jég olvadása a sarkokon. Bizonyos, hogy a Marson sok a homoksivatag; evvel magyarázható a bolygó vöröses színe. Megfigyelték, hogy ez a szín olykor megváltozik, nagy területek meghatározott időközökben zöldes színt öltenek és ezt a színt megtartják néhány hónapon át. Főként akkor történik ez, amikor a bolygó megfelelő féltekéi több fényt és meleget kapnak a Naptól. A tudósok feltesik, hogy a Marson, akár-

csak a Földön, tavasszal megjelenik a zöld növényzet, ősszel pedig barnás színárnyalatot vesz fel. A Marson olykor felhőket és ködöket lehet észlelni. Ezek valószínűleg porból vagy összesűrült vízpárából állanak. A Marson van víz; sikerült vizet felfedezni a Marsnak mind a felületén, mind a légkörében. Igaz, hogy mély vízmedencék, hasonlóak a földi óceánokhoz, a Marson nincsenek. Antoniadi csillagász, a Mars ismert kutatója még a felhők mozgási sebességét is meghatározta (tíz méter másodpercenkint). Úgy véli, hogy ezekből a felhőkből időnkint eső hull és ekkor a Mars talaja észrevehetően sötétebbé válik.

A Mars tanulmányozásában nem csekély hasznot hajtott a színképelemzés. Amikor a Napnak a Mars felületéről visszavert színképe keresztülhalad emennek a légkörén, kissé megváltozik. Így állapították meg a tudósok, hogy a Mars légkörében van oxigén és vízgőz, bár igen kis mennyiségben a Földéhez képest.

A Venustól eltérően, széndioxid nagyon kevés van a Mars légkörében. A mi orosz csillagászunk, Feszenkov akadémikus a következő feltevésnek adott kifejezést: valamikor a Mars légköre, mint jelenleg a Venusé, telítve volt széndioxiddal. Ám ezt idővel, akárcsak a mi Földünkön, kivonták a növények. Oxigén sokkal kevesebb van a Mars légkörében, mint a Földében, valószínűleg részben egyesült a talaj felületi anyagaival. Lehetséges, hogy éppen ettől nyert a Mars talaja vöröses színezetet.

Arra a kérdésre, van-e a Marson élet, Feszenkov akadémikus a következő választ adja: „... Minden okunk megvan arra a feltevésre, hogy a Mars jelenleg nincs megfosztva a szerves élettől. Sarki „sapkái" valóban hóból állanak, amely olvadáskor vízzé válik. A hőmérséklet a Marson tényleg 0 fok fölé tud emelkedni. A fehérjevegyületeket elpusztító, magas hőmérséklet itt kétségtelenül nincsen és ezért, nyilvánvalóan nincs alapunk tagadni, hogy fennmaradhatott az az élet, amely ott már előbb megvolt, annál is inkább, mert az élő szervezetek alkalmazkodási képessége végtelenül nagy."

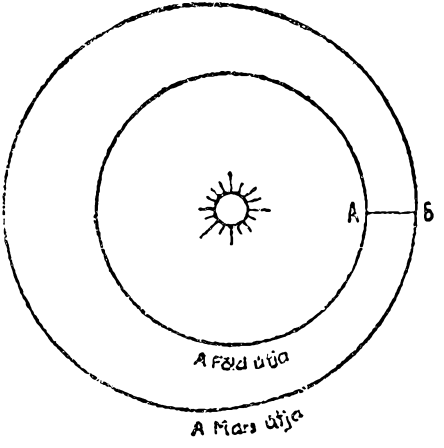
Nem kell természetesen azt gondolni, hogy a Marson pontosan olyan formájú az élet, mint a Földön, hogy ott hozzánk hasonló emberek vannak. Mindenekelőtt a két bolygó fizikai életfeltételei erősen különböznek egymástól. A Marson sokkal nagyobb a hideg, mint a Földön, mivel a Mars félannyi meleget és fényt kap a Naptól. A Földön az átlagos évi hőmérséklet több mint 14 fok; a Marson nullánál kissé alacso-

nyabb. A Marson meglehetős hideg van, de nem elég hideg ahhoz, hogy az életet lehetetlenné tegye. A Földön is vannak tájak, ahol az átlagos évi hőmérséklet alacsonyabb nullánál. Hogy vannak-e a Marson állatok és hasonlítanak-e a mi földi állatainkra, azt még senki sem tudja. Hitelt érdemlőbb feltevés, hogy a Marson növényzet él.

Sok tudós észlelt a Marson valamiféle vonalakat, amelyek mesterségesen ásott csatornákhoz hasonlítanak, és ebből vonták le egyes csillagászok azt a következtetést, hogy a Marson értelmes lények laknak, akik munka végzésére képesek. Sőt a csillagászok között viták is folytak ezzel kapcsolatban. Ezek eldöntéséhez idő és még sok új megfigyelés szükséges.

Ám a Mars tanulmányozása bonyolult feladat éspedig nemcsak azért, mert kicsinyek a méretei. A főakadály a távolság a Mars és a Föld között. A Marsot legcélszerűbb az úgynevezett „szembenállás" időszakában megfigyelni, amikor a legközelebb van a Földhöz és szembenáll a Nappal, vagyis amikor mind a három égitest egy vonalba sorakozik, ahogyan az 51. ábra mutatja.

Ilyen szembenállás minden 720 nap elteltével bekövetkezik, de mindig más helyen. Még kényelmesebb a Marsot megfigyelni az úgynevezett „nagy szembenállás" időszakában. Ez ősszel augusztus végén, szeptemberben vagy október elején fordul elő és tizenöt évenkint ismétlődik, majd rá két évre, azután ismét tizenöt évre. Az utolsó nagy szembenállás 1941 október 10-én volt. A tudósok nagyban készülődtek, hogy új, különösen erős távcsöveket próbáljanak ki és minél pontosabb megfigyeléseket tehessenek. De ebből nem lett semmi — el-



51. ábra

kezdődött a háború a fasiszta Németországgal. Most a csillagászoknak türelemmel kell lenniök és várniok néhány évig, mivel a legközelebbi nagy szembenállás csak 1956-ban fog bekövetkezni.

Amikor az emberek meg tudják majd valósítani a bolygóközi utazásokat, az egyik első atmoszférántúli repülőút, amelyre a tudósok vállalkozni fognak, természetesen a Marsra fog vezetni, amelyet nem egészen helyesen „a Föld kicsinyített másának" neveznek. Ugyan mit fognak látni és mivel fognak találkozni a Marson ezek az első földi jövevények?

Útrakelés vagy inkább a kiszállás előtt a Marsra, akárcsak a Holdra, fel kell venni a különleges légnyomást kiküszöbölő ruhát. Ez az óvatosság magától értetődő, mivel a légnyomás a Marson valamivel kisebb, mint a Földön, és a levegő összetétele is eltér a földitől. De bármilyen nehéz is legyen az ilyen „búvárruha", a Marson leszálló utasok nem fognak jelentős súlyt érezni, mert a Marson a földi súly majdnem egyharmadára csökken. Az az ember, aki a Földön 100 kilogrammot nyom ebben az öltözetben, a Marson egészen könnyűnek fogja érezni magát: 100 helyett mindössze 38 kilogramm lesz a súlya.

A Marsra érkező utasok végnélküli síkságot fognak látni, amelyek a mi sztyeppéink és pusztaságaink óriási térségeire emlékeztetnek. Ezek valószínűleg homoksivatagok.

Ha az utas nyári időben száll le, nem messzire a Mars egyenlítőjétől, gyönyörködhetik a Mars növényzetében, amilyent nem látott egyetlen földi ember sem. Nem szabad elfelejteni, hogy a Marson a hőmérséklet erősen ingadozik egy napon belül. Éjjel ott sokkal nagyobb a hideg, de a nyári nappal sem olyan meleg, mint a Földön. Ezenkívül kevesebb a nedvesség, az oxigén, és magától értetődően a Marson egészen mások a növények, nem hasonlítanak a földi növényekre, hanem alkalmazkodnak a földitől eltérő életfeltételekhez.

Az év a Marson hosszú, majdnem kétszer addig tart, mint a Földön. Egy-egy évszak nem három, hanem hat hónapig tart. Éjjel a Mars égboltja majdnem teljesen felhőtlen. A csillagokat szemlélve, az ember hajlandó lenne elfelejteni, hogy nincs a Földön. Olyan ismerős csillagképek ragyognak fölötte, mint a Nagy Medve, az Orion és más csillagok. Viszont lát az ember olyasmit is, ami a Földön nem kerül a szeme elé. Ha leszáll az éjjel, a Mars égboltján nem egy, hanem két hold jelenik meg: a bolygó

utitársai. A Földről csak erős messzelátóval lehet őket észrevenni, mivel a Mars nagyobbik utitársának az átmérője mindössze 16 kilométer, vagyis legfeljebb négyszázad része a bolygó átmérőjének, míg másik holdjáé ennek is a fele. (52. ábra.)

52. ábra

A Mars távolabbi utitársa 23.500 km távolságban kering, a másik majdnem harmadrészt oly messze. Tehát a Marsról figyelő ember a nagyobbik utitársat háromszorta kisebbnek látja, mint a Holdat, a másik utitárs pedig nem látszik nagyobbnak, mint a Venus a Földről nézve.

A legfigyelemreméltóbbak azonban nem maguk a holdak, hanem az, hogy miként mozognak a bolygó körül. A Mars közelebbi utitársa 7 óra és 39 perc alatt kerüli meg a bolygót, vagyis körülbelül háromszor gyorsabban fordul meg a tengelye körül, mint a Mars a maga tengelye körül. Tehát nem keleten kel fel, hanem nyugaton, és az ég keleti részén nyugszik le. 11 óra múlva, miután körüljárta az egész égboltot, a Mars egén ismét megjelenik az utitárs. A hosszú téli éjszaka idején a Marson könnyen észlelhetők holdjának összes fázisai egy éjszaka lefolyása alatt! A Mars csatlósának képe óránkint jól észrevehetően megváltozik, szemünk láttára nő meg keskeny sarlóból teljes koronggá és azután ismét megkisebbedik. A másik hold 1 és ¼ nap alatt fordul meg bolygója körül és ezért kevéssé mozgékony égitestnek látszik.

Ha az utazó vissza akar nézni a Földre, ezt a szándékát nehezen tudja megvalósítani, nehezebben, mint ahogy a Földről átnézhet a Marsra! Mikor a két bolygó egymás közelébe ér, a Föld a Nap fényárjába kerül, minthogy ekkor közel van a Nap korongjához.

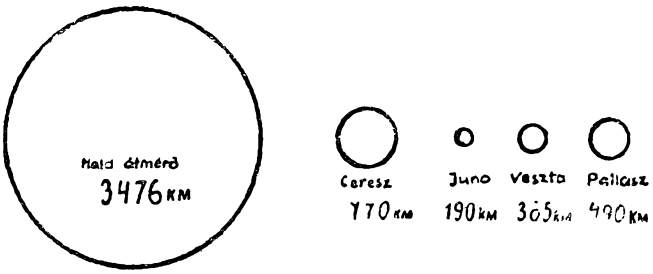
A mikroszkopikus bolygók — az aszteroidok

Valóban, sokan nem is gyanítják, hogy vannak szép számmal olyan apró bolygók, amelyek sohasem láthatók szabad szemmel. Ezeket aszteroidoknak nevezik, ami annyit jelent: „csillaghoz hasonló". Távcsövön nézve, fényes pontoknak látszanak. Csillagoknak nem nevezhetők, minthogy mind észrevehetően változtatják helyüket a mozdulatlan csillagok között.

A csillagászoknak sikerült megállapítani, hogy az aszteroidok épúgy, mint a valóságos bolygók, a Nap körül mozognak, átlagosan 2.3—3.3 csillagászati egységnyi távolságban (a csillagászati egység a Földnek a Naptól való közepes távolsága). Az összes aszterodiok majdnem kilenctizede a Mars és a Jupiter pályája között vonul.

Az első ilyen kis bolygót Piazzi csillagász fedezte fel 1801 január 1-én. A távcsövön át meglátta a csillagocskát az ég egy olyan helyén, ahol előzőleg még nem volt ott. Piazzi figyelemmel kísérte a bolygócskát és meggyőződött arról, hogy valóban új, nagyon kicsiny bolygó. Egy év múlva, március végén Olbers működvelő-csillagász egy másik kis bolygócskát fedezett fel és Pallasnak nevezte el. Ezután az 1804-ik évben fedeztek fel ismét egy kisbolygót és elnevezték Junónak, majd az említett Olbers felfedezte a Vestát is 1807-ben. Amikor a csillagászok alkalmazni kezdték a fényképezést, sok aszteroidot fedeztek fel. A csillagászok a következőképpen járnak el: különleges fényképező távcsövet irányítanak az égbolt „gyanús" részére és egy órán vagy még hosszabb időn át fényképezik. A távcsövet egy óramű megfelelő irányban forgatja, a Föld forgásának sebességével. Ilymódon a fényképlemez az összes csillagot megörökíti pontok alakjában, s hogyha a csillaghalmazok között kisbolygó jelentkezik, amelynek önálló mozgása van, akkor az a lemezen nem pont, hanem kis vonal alakjában rögzítődik. Ezzel a módszerrel igen sok aszteroidot fedeztek fel.

Az 1932-ik év végéig már több mint 1600 kisbolygó vált ismeretessé. Némely nagyobb aszteroidnak sikerült az átmérőjét is meghatározni. Az 53. ábrán feljegyeztük naprendszerünk legnagyobb kisbolygóinak méreteit.



53. ábra

Mint láthatjátok, a kisbolygók legnagyobbikának térfogata százszorta kisebb a Holdnál és ötezerszerte kisebb a Földnél.

Majdnem valamennyi kisbolygónak nőnevet adtak. Még ha olykor férfinevet adtak is valamelyiknek, a végződését nőire változtatták. A sok kisbolygó közül, amelyet szovjetorosz csillagászok fedeztek fel a Szimeiz-i, a Krim-félszigeten lévő obszervatóriumban, az egyik — Vladimir Iljics Lenin tiszteletére — a Vladilena nevet viseli. Megörökítették a mi híres tudósunknak, Pavlovnak nevét is, amennyiben egy kisbolygót Pavlovijának neveztek el.

Ha a legnagyobb kisbolygók méretei ilyen csekélyek, mekkorák a kisebbek? Nagyon sok aszteroid átmérője 15 és 20 kilométer közé esik, de egyesek, például a Hermes, még kisebb, tíz kilométer körüli átmérőjűek vagy még ennél is apróbbak. Képzeljétek el, milyen kicsiny az ilyen világocska, ha egyenlítőjén a világkörüli utazást egy gyalogos egy nap alatt meg tudná tenni. Némelyik aszteroidnál érdekes sajátságokat fedeztek fel: fényessége időszakonkint változik. Ez a jelenség valószínűleg saját tengelyük körüli forgásuktól függ, mivel az aszteroidok felülete sem veri vissza egyformán a fényt. A nap az aszteroidokon rövid, kevesebb tíz óránál, de némelyik három óra alatt is meg tud fordulni tengelye körül.

Valószínű, hogy némely aszteroid még csak nem is gömbalakú, hanem valamely szétesett nagyobb test szabálytalan kőtörmelékeiből áll.

Ezek a kisbolygók nem körpályákon, hanem elnyujtott ellipszis pályán keringenek a Nap körül. Pályájuknak ez az alakja a Jupitertől függ, azaz a legnagyobb és sok aszteroidhoz a legközelebb levő bolygótól. Valamennyi aszteroid már régóta teljesen kihűlt. Nincs légkörük, kevés fényt és meleget kapnak a Naptól. Következésképpen rajtuk nincs és nem is lehet élet, és nem volt a multban sem.

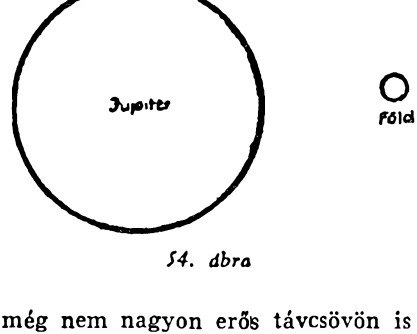
Azonban ezek a kicsiny, a Földre nézve látszólag haszontalan égitestek majd egyszer, amikor megszervezik a bolygók közötti léghajózást, nagyon alkalmas megállóhelyek lesznek az utasok számára. Felületükre leereszkedni aránylag könnyű, mivel vonzóerejük csekély. Elindulni is egészen könnyű lesz róluk a bolygók közötti további repülőútra: ezeknek a kicsiny méretű és tömegű golyóknak a vonzóerejét leküzdeni egyáltalán nem nehéz, nem kell hozzá nagyobb erőkifejtés, mint egy ugráshoz.

A Jupiter — az óriásbolygó

Több mint öt csillagászati egységnyire, vagyis a Földnél ötszörte nagyobb távolságban kering a Nap körül a naprendszer kicsinyített hasonmása, a Jupiter bolygó, számos holdjával. A nagy távolság ellenére, amely a Naptól elválasztja, mégis igen erősen fénylik (helyesebben visszaveri a Nap fényét). Nemritkán összetévesztik a Jupitert a Venussal, bár a Jupiter kb. tizenötszörte távolabb van a földtől, mint a Venus. Azért ragyog olyan vakító fénnyel, mert igen nagy bolygó és felülete igen sok napsugarat ver vissza. Az 54. ábrán láthatjátok milyen kicsinyke a Föld az óriási Jupiterhez viszonyítva.

A Jupiter felülete százhúszszor nagyobb, mint a Földé. Ennek az óriásbolygónak a belsejében 1300 földgolyót lehetne elhelyezni. A Jupiter tömege a Föld tömegénél csak háromszáztizenhétszer nagyobb. Tehát sűrűsége negyedrésze a Föld sűrűségének. Ha egy köbméter átlagos sűrűségű anyagot veszünk ki

a Jupiterből, az 1340 kilogrammot nyom, ugyanilyen térfogatú földanyag pedig 5250 kg-ot.



54. ábra

A Jupiternek nemcsak a nagysága figyelemreméltó, hanem forgásának gyorsasága is: kevesebb mint tíz óra alatt (9 ó. 55 p.) fordul meg teljesen saját tengelye körül. Óriási nagysága és nagy forgási sebessége miatt a Jupiter erősen belapult a sarkainál, ezt még nem nagyon erős távcsövön is észre lehet venni. Ezenkívül felületén csíkok láthatók, amelyek a bolygó korongján az egyenlítővel párhuzamosan futnak. Erősebb távcsövön nézve ezek a sötét csíkok elég bonyolult alakot mutatnak, hajlásokat, gömbölyödéseket és így tovább. A Jupiteren semmi sem állandó. Különösen gyakran mennek végbe változások a fényes, egyenlítőkörüli övezetben: hol fényes felhők jelennek meg és vonulnak tovább, hol sötét csíkok esnek szét részekre, amelyek azután ismét összekapcsolódnak. Bjelopolszkij akadémikus, orosz tudós a következő következtetésre jutott: a Jupiter, hasonlóan a Naphoz, különböző sebességgel forog tengelye körül, különösen gyorsan forog egyenlítője körül és fokozatosan lassúdik a sarkok felé. Csak egy vöröses folt marad meg állandóan a Jupiter felületén. Azelőtt a tudósok ezt felhőtömegnek tekintették a még folyékony láva óriási tengere felett, de az újabb vizsgálódások kiderítették, hogy a Jupiter már régóta megdermedt és felületén mindig nagy a hideg (hőmérséklete 140 fok körül van fagypont alatt). A színképelemzés segítségével a Jupiter légkörében sikerült ammoniákot és metánt találni, az előbbit parányi kristályokká sűrűsödve, ez pedig csak nagyon alacsony hőmérséklet mellett fordul elő.

Az óriási Jupiter, amely kevés meleget kap a Naptól, már annyira kihűlt, hogy nem fejlődhetik rajta olyan élet, amely csak egy kissé is emlékeztetne a földire.

Nagyon érdekesek a Jupiter csatlósai, különösen az úgynevezett Galilei-féle holdak. A Jupiternek ezt a négy holdját

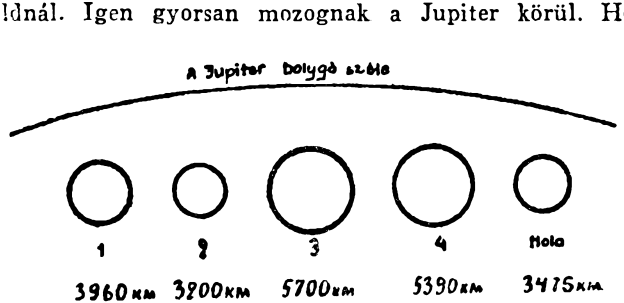
55. ábra

Galilei fedezte fel 1610-ben. (56. ábra.) Miközben a Jupitert vizsgálta, felkeltette Galilei figyelmét négy, a bolygóval szomszédos csillagocska. Ezek mind majdnem egyenes vonalban sorakoztak egymás mögött.

A kutatnivágyó tudós követni kezdte ezeket a csillagocskákat. Néhány nap mulva észrevette, hogy megváltoztatták a helyüket, de továbbra is a Jupiter körül csoportosulnak. Hamarosan végleg meggyőződött arról, hogy négy holdat, utitársat fedezett fel, amelyek a Jupiter körül keringenek. Ennélfogva, következtette Galilei, a Jupiter a központja e kis égitestek mozgásának, nem pedig a Föld. Ezért Galilei felfedezését a Ptolemaiosz-féle rendszer védelmezői sokáig nem akarták elismerni, mert a tévedést nem kellemes bevallani.

Ám ez a felfedezés szemmellátható volt és egyik legkomolyabb bizonyítéka lett annak a tannak, amely véglegesen megdöntötte a régi elképzelést a Földről, mint a világ központjáról.

A Galilei-féle holdak az óriásbolygó Jupiterhez viszonyítva kicsinyek, de közülük csak egy kisebb a Föld utitársánál, vagyis a Holdnál. Igen gyorsan mozognak a Jupiter körül. Hol az



56. ábra

egyik, hol a másik hold árnyéka esik a bolygóra és azért a Jupiteren állandóan napfogyatkozások mennek végbe. Nem ritkák a Jupiteren a holdfogyatkozások sem: hiszen négy holdja közül három egy körfordulásnál sem kerülheti el az óriási Jupiter által vetett árnyékot.

A négy Galilei-féle holdon kívül később, erős távcső segítségével felfedeztek egy ötödiket is, még később pedig fényképezés útján még néhány hold mozgását vették észre a Jupiter körül, amely holdakat azelőtt állócsillagoknak vélték. Jelenleg a tudósok a Jupiternek tizenegy holdját ismerik. Íme, ezért nevezik olyan gyakran a Jupitert holdjaival együtt a naprendszer kicsinyített másának.

A gyűrűsbolygó — a Saturnus

Azokon a bolygókon kívül, amelyekről már beszéltünk, a régi népek még egyet ismertek, amely az utolsó volt a szabad szemmel látható bolygók között: a Saturnus. Ez a bolygó kilenc és félszerte messzebb van a Naptól, mint a Föld. A Saturnus lassan úszva körül a Napot a világtérben, egy éve körülbelül harminc földi évig tart. A nap ezen a bolygón majdnem ugyanolyan rövid, mint a Jupiteren, mindössze 10 óra tizenöt percig tart. A Saturnus napjának időtartamát nagy pontossággal sikerült meghatározni az egyenlítője tájékán lévő foltokból. A Saturnus nagyon messze van a Naptól és nagyon kevés jut reá melegéből és fényéből. A földihez csak valamelyest is hasonlító élet nincs a Saturnuson. (57. ábra.)

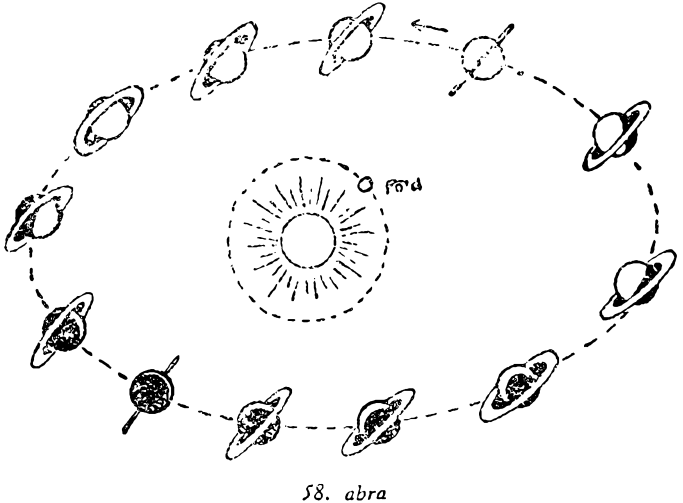
57. ábra

Azonban a Saturnusnak rendkívül érdekes sajátossága van: nagy gyűrű veszi körül, amely távcsövön jól látható.

A Saturnus gyűrűje valójában egy három gyűrűből álló rendszer, s gyűrűit két sötét térköz választja el. A nagyobbik térköz körülbelül ötezer kilométer szélességű. A gyűrű belső széle és az egyenlítő között körülbelül tizenkétezer kilométer széles

szabad térség van. Ennek az egyenlítő síkjában fekvő gyűrűnek a vastagsága egészen jelentéktelen, mindössze tizenöt kilométer. Az egész gyűrűrendszer külső átmérője 275.000 kilométer, szélessége pedig körülbelül hetvenezer kilométer.

Vajjon állhat-e szilárd, egybetartozó anyagból ez a gyűrű? Természetesen nem, éspedig azért: ha a gyűrű tömör, összetartozó lenne, akkor a külső széle gyorsabban forogna, mint a belső. De így felvetődik az érthetetlen ellentmondás: mért nem szakad szét a gyűrű a forgásnál a centrifugális erő következtében? Félévszázaddal ezelőtt a színképelemző készülék segítségével sikerült

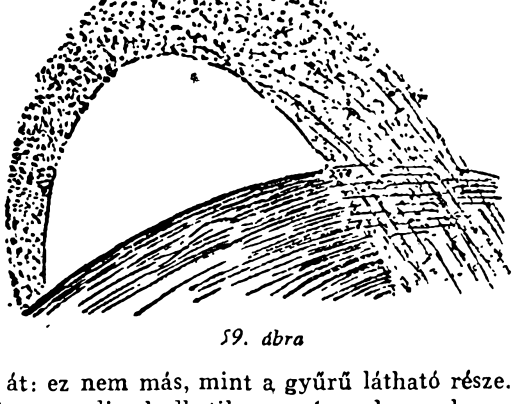


58. ábra

kimutatni, hogy a külső gyűrű másodpercenkint tizenhat kilométer sebességgel forog, a belső gyűrű pedig húsz kilométert tesz meg egy másodperc alatt. Ez azt jelenti, hogy a gyűrű nem lehet összefüggő. Minden kétséget kizáróan a gyűrű egész apró részecskék óriási tömege és ezek mind önállóan forognak a bolygó körül, hasonlóan a holdakhoz. Ezt a feltevést megerősíti a következő megfigyelés: a bolygóhoz legközelebb eső gyűrű áttetsző és ott, ahol a szilárd részecskék teljesen hiányzanak vagy nagyon ritkán vannak elosztva, átlátszik az égbolt és a csillagok, mégpedig fénytörés nélkül. A legfényesebb részei a gyűrűknek azok, ahol

a szilárd részecskék leginkább felhalmozódtak. Sem a bolygónak, sem a gyűrűk anyagának nincsen saját fénye.

Egy év lefolyása alatt, vagyis az alatt a harminc földi év alatt, míg a Saturnus megfordul a Nap körül, gyűrűi két ízben eltűnnek és ismét megjelennek. Ez akkor történik meg, amikor a gyűrű síkjával a Föld felé fordul — ezt megérthetjük az 58. ábrából. A gyűrű nagyon vékony ahhoz, hogy ebben a helyzetben érzékelni lehessen a Földről. A Saturnus vonzóereje következtében olyan zónák alakultak ki körülötte, amelyekben a bolygó kísérői nem maradhattak meg és darabokra törtek. A Saturnus gyűrűje benne fekszik ebben az övezetben. Ezért itt a hold helyett sok egymástól különvált részecskét látunk, amelyek egy, a veszélyes zónába került hold darabjai. A Saturnusnak kilenc holdja is van. Ha a világűr-utasok majd kiszállnak a Saturnuson, szokatlan látványban lesz részük: a Saturnus égboltját óriási nagy



59. ábra

ív hidalja át: ez nem más, mint a gyűrű látható része. Ilyen szép látvánnyal nem dicsekedhetik a naprendszernek egy bolygója sem. (59. ábra.)

A Saturnusnak van még egy másik nevezetes tulajdonsága is: anyaga a legkönnyebb, a legkisebb sűrűségű a napcsalád összes bolygója között. Sűrűsége nagyon csekély, egy kevéssé kisebb a víz sűrűségénél is (0,7) és nyolcadrésze a földgolyó anyaga átlagsűrűségének. A Saturnus oly könnyű, hogy anyaga, vagyis az egész bolygó, úszni tudna a vizen, anélkül, hogy elmerülne (természetesen, ha volna ilyen óriási víztartály).

A távoli bolygók — az Uranus, a Neptunus és a Plutó

Az Uranust, a Neptunust és a Plutót nem ismerték a régi csillagászok, minthogy közülük egyik sem látható szabad szemmel. Mindannyit a távcső feltalálása után fedezték fel.

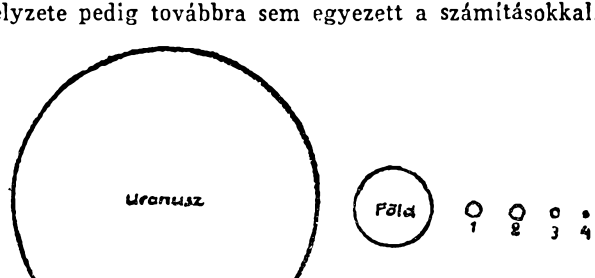
Az 1781-ik év márciusában egy ismeretlen műkedvelő-csillagász W. Herschel (később korának egyik legismertebb tudósa lett), új csillagot fedezett fel. De nem lehetett csillagnak nevezni, mivel jól megállapítható átmérője volt, a csillagoknál pedig lehetetlen az átmérőt meghatározni. Következésképpen csak üstökös vagy egy új bolygó lehetett. Herschel figyelni kezdte az új csillagot és meggyőződött arról, hogy nem üstökös, hanem új bolygó és elnevezte Uranusnak.

Az Uranus nagyon messze fekszik a Naptól és ennélfogva a Földtől is. Majdnem teljes körpályán kering a Nap körül, körülbelül három milliárd kilométer távolságban. Nagyon kevés meleget és fényt kap a Naptól, négyszázad részét, mint a Föld. Az év az Uranuson nyolcvannégyszer hosszabb, mint a földi év, viszont a nap nagyon rövid, mindössze valamivel kevesebb tizenegy óránál.

Bármilyen messze van is az Uranus a Földtől, a tudósok mégis megállapították, hogy nagyon hasonlít a Jupiterhez és a Saturnushoz. Az Uranusnak négy kicsiny holdja van. Hogy mekkorák, nehéz megállapítani: a megfigyelést zavarja a bolygónak a Földtől való óriási távolsága. Az Uranusnak és holdjainak a méretei a Földhöz viszonyítva minden valószínűség szerint olyanok, ahogyan a 60. ábra mutatja.

A csillagászok a nehézségi erő egész világra érvényes törvényének alapján ki tudják számítani minden bolygónak vagy üstökösnek a pályáját. Évégből lehetőleg hosszú időközökben, legalább háromszor megfigyelik a szóbanforgó égitestet, nagyon pontosan meghatározva helyzetét az égbolton. Ezután bonyolult számtani műveletek segítségével pontosan megállapítják, hogyan, milyen pályán fog mozogni az illető bolygó vagy üstökös. Vajjon a Naptól és a Földtől távol halad-e, és hol, az égbolt melyik pontján található egy-egy adott időpontban. Tudjátok, hogy a csillagászok rendkívüli ügyességre tettek szert vizsgálódásaikban és számításaikban; tehát csak arra emlékeztetünk, milyen pontosan tudják előre megmondani a nap- és a holdfogyat-

kozásokat. Tévedés soha, még a legkisebb mértékben sem fordul elő. Amikor a csillagászok gondosan tanulmányozni kezdték az Uranus pályáját, valami érthetetlen dolog történik velük. A számítások helyesek voltak, a valóságban azonban az Uranus helyzete kissé eltért az eredményektől: nem ott helyezkedett el, ahol a számítások szerint kellett volna. Hogyan történhetett ez? Mégegyszer ellenőrizték a számításokat, de nem találtak bennük hibát. Az Uranus helyzete pedig továbbra sem egyezett a számításokkal. Pedig



60. ábra

mindent számításba vettek. Beszámították az Uranus pályájának azt a lehetséges elhajlását is, amelyet a Jupiter és a Saturnus vonzása okoz. Az nem történhetett meg, hogy Newton nehézkedési törvényének érvénye egyszerre megszünt; ilyen eset még nem volt, ilyen kivételt Newton törvénye alól a csillagászok addig nem ismertek. Nagyon nehéz tudományos talány volt ez. Multak az évek. Az Uranus mind jobban és jobban eltért a kiszámított úttól. És ime, az 1845-ik évben Bessel ezt írta egy másik tudóshoz intézett levelében: „Azt gondolom, itt az ideje, hogy az Uranus rejtélyét megoldjuk egy új bolygó hatásának feltételezésével."

Ugyanezen év nyarán egy fiatal francia, Leverrier, a tehetséges matematikus és csillagász, megtalálta ezt az új, rejtélyes bolygót. Nem nyúlt a távcsőhöz, hanem elhatározta, hogy az ismeretlen bolygót számítások útján fogja megtalálni. Nagyon messze kell lennie a Földtől, és még messzebb az Uranustól az égbolt valamely meghatározott pontján. Ennek a soha nem látott bolygónak kellett olyan hatást gyakorolnia az Uranusra, amilyent az egész világra érvényes nehézkedési törvény

ír elő. Amikor Leverrier számítások útján meghatározta az ismeretlen bolygó pontos helyzetét, már csak egy maradt hátra: ellenőrizni számításainak helyességét. 1846 szeptember 18-án Leverrier ezt írta Halley csillagásznak: „Irányítsa távcsövét . . . a Vízöntő csillagzatra, a hosszúság 326. fokán és egy foknyi körzetben ettől a helytől egy új bolygót fog találni észlelhető koronggal." Halley így is járt el 1846 szeptember 23-ának éjjelén. Távcsövének nem kellett sokáig kalandoznia az új bolygó keresése közben, mert már félóra mulva felfedezte. Valóban az égnek azon a pontján mutatkozott, ahol Leverrier javasolta annak keresését.

Majdnem egyidőben Leverrier-vel „találta meg" az új bolygót, ugyancsak számítások segítségével, Adams angol csillagász is. De neki nem volt ilyen szerencséje: még nem került sor számításainak távcsövön való ellenőrzésére, mikor a bolygót már megtalálták mások.

61. ábra

Egy új, még ismeretlen bolygónak „toll hegyével" vagyis számítások útján való felfedezése: kimagasló diadala a tudománynak. Ez azt bizonyítja, hogy az emberek nemcsak megismerték a természet törvényeit, hanem segítségükkel megtanulták előre megmondani a jövendő felfedezéseket.

Az új bolygót Neptunusnak nevezték el. (61. ábra.) Kiderült, hogy sokkal távolabb van a Naptól, mint a Föld (harmincszorta), és ezért csak keveset tudunk róla. Ismeretes, hogy a Neptunus hosszú idő alatt kerüli meg a napot és „éve" egyenlő 165 földi évvel. Ebből következik, hogy a Neptunus felfedezése óta valamivel több, mint egy „félév" telt el, ha az időt ennek a bolygónak az „éveivel" számítjuk.

Egyebekben a Neptunus nagyon hasonló az Uranus bolygóhoz, sőt olykor „ikreknek" is nevezik őket. Ennek a bolygónak csak egy utitársát, holdját ismerjük.

A Neptunuson úgyszólván alig van nappali világosság; kilencszázadrész annyi napsugár esik reá, mint a Földre. Erről a bolygóról a Nap nem látszik nagyobbnak (bár sokkal fényesebbnek) mint a mi Földünkről a Venus. A naprendszer összes bolygója a Neptunusról a Naphoz közellévőnek látszanék és ezért a Neptunusról nehéz volna őket meglátni. A Neptunus nagyon távol van a Földtől, de egén a csillagok és csillagcsoportok mégis ugyanúgy helyezkednek el, mint a Föld égboltján. És ez érthető, mert a Neptunustól az állócsillagokig még sokkal nagyobb a távolság, mint a Neptunustól a Földig.

A naprendszer bolygói közül a legtávolabbi a Plutó. Nem régen fedezték fel: 1930-ban, és megtalálása, épúgy mint a Neptunusé, nem volt véletlen és váratlan.

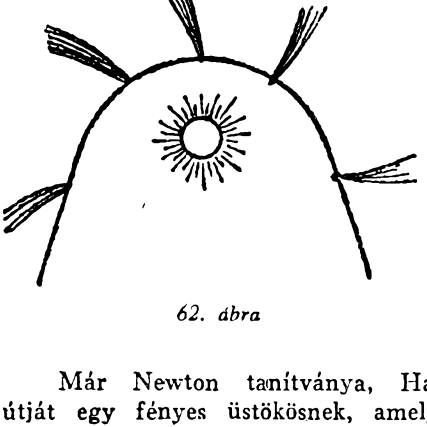
Már tizenöt évvel megelőzően köztudomású volt, hogy felfedezésének be kell következnie. Ám a Plutót felfedezni nem volt egyszerű dolog. A Naptól negyven asztronómiai egységnyi távolságra van. Még bonyolultabbá tette a Plutó felfedezését egy másik körülmény: nagyon lassan mozog, útját a Nap körül kétszázötven év alatt teszi meg. Ezért könnyen lehet mozdulatlan, állócsillagnak nézni. Felfedezése a következőképpen történt: egy és ugyanazon égboltozatrészről három napi időközökben fényképfelvételeket készítettek. Amikor azonban összehasonlították a felvételeket, kiderült, hogy az „állócsillag" kissé továbbmozdult az őt körülvevő valódi állócsillagok között.

A Plutó a többi bolygótól eltérően nem majdnem köralakú pályán kering a Nap körül, hanem elnyúlt ellipszispályán. Nagyon keveset tudunk a Plutóról, részben azért, mert csak nemrég fedezték fel, részben azért, mert nagyon messze van. De lehetséges, hogy a jövőben jobban megismerjük a Plutót. Ki tudja, nem fognak-e a tudósok még más, újabb bolygókat is felfedezni, még távolabbi világait a mi naprendszerünknek?

A csóvás csillagok — az üstökösök

Némelykor csodálatos égitestek jelennek meg az égbolton: fényes csillagok hosszú farokkal, uszállyal, csóvával. Ezek a kócos csillagok, amelyek a fejen kibontott, szélben lobogó, hosszú hajzatra, üstökre emlékeztetnek, végigságuldottak az égen már régente is, és végigvonulnak némelykor a mi időnkben is. Ezek-

nek a „szörnyetegeknek" a megjelenése megrémítette a tudatlan és babonás embereket. Elkezdődött a fecsegés „a világ pusztulásáról", háború vagy pestis bekövetkezéséről, ám a csóvás csillagok mindannyiszor eltüntek, de a megjósolt csapások nem mutatkoztak. A csóvás csillagok — üstökösök — nem jelentenek semmi természetfelettit vagy csodálatosat és Newton volt az első, aki természetüket helyesen értelmezte. Kimutatta, hogy az üstökösök, visszavert fénytől fénylenek és ellipszisalakú vagy nyitott görbevonalú (parabolaalakú) pályán mozognak, a természetnek, a nehézségi erőnek az egész világra vonatkozó törvénye alapján.



62. ábra

Már Newton tanítványa, Halley kiszámította jövendő útját egy fényes üstökösnek, amely 1682-ben hirtelen megjelent, aztán ismét eltünt a határtalan világűrben. Sőt mi több, Halley megjósolta azt az időt is, amikor az üstökös megint átvonul a Föld felett. És valóban, hetvenhat év mulva, 1758-ban, ahogyan Halley megjósolta, megjelent az üstökös. Ez meggyőzte a tudósokat arról, hogy az üstökösök mozgása tényleg alá van vetve azoknak a törvényeknek, amelyek Newtonnak a testek kölcsönös vonzásáról szóló törvényéből folynak. Ez az üstökös (amelyet Halley-ről neveztek el) ismét feltűnt 1835-ben és 1910-ben. És minden alkalommal megjelenésének idejét és helyét még nagyobb pontossággal jósolták meg a csillagászok.

Az üstökös csóvája a tövén széles, majd fokozatosan elkeskenyedik, egybeolvad a sötét égbolttal. Ha az üstökös távol van a Naptól, egyáltalán nincs csóvája, vagy csak nehezen vehető észre. De amint közeledik a Naphoz, csóvája gyorsan nőni kezd. Amikor már közeljutott a Naphoz, csóvája fokozatosan elfordul és mindig a Nap irányával ellenkező irányba mutat. Amikor aztán eltávolodik a Naptól, csóvája ismét rövidül, halványodik és végül

teljesen eltűnik. Némely nagy üstökös csóvája óriási távolságba nyúlik. Az alábbi táblázaton láthatjátok, milyen hosszú csóvája szokott lenni az üstökösöknek.

Üstökösök:	
1811. évi	176,000.000 km
1860. évi	240,000.000 „
1843. évi	320,000.000 „
A Föld távolsága a Naptól	150,000.000 „

Az üstökös magja — legsűrűbb része — már nem olyan nagy; átmérője ritkán több 1000—1200 kilométernél. Ám a ködszerű burok, amely körülveszi az üstökös magját és fejét, akkora méretű lehet mint a Saturnus, sőt még annál is nagyobb. Annak az üstökösnek a feje, amely 1811-ben jelent meg, olyan nagy volt, mint a mi Napunk. Ez az óriási üstökös, amelynek ezenfelül még igen hosszú farka is volt, rémületet keltett egész Európa lakosságában, mindenki attól félt, hogy az üstökös összeütközik a Földdel és várták „a világ végét".

Bármilyen óriási is az üstökös, tömege mindig jelentéktelen: anyaga olyan ritka (nemcsak a csóváé, hanem a fejé is), hogy a fényesebb csillagok átragyognak rajta. Így azokban az esetekben, amikor az üstökösök átvonultak a Föld és a Nap között, sőt ráterültek a Nap korongjára, nem lépett fel napfogyatkozás, sőt a napfény legkisebb gyengülését sem lehetett észlelni. Mindez azt bizonyítja, hogy az üstökös anyagának sűrűsége — a csóváé, a fejé, sőt a magé is — nagyon csekély. Ha az üstökös sűrűbb égitest volna, mozgását nem tudná módosítani már az egész kis tömegű bolygók vonzóereje is, pedig így történik.

Kiderült, hogy még az üstökös magja sem összefüggő tömegű, hanem külön álló, szilárd testecskékből áll. Némelykor találhatunk közöttük többé-kevésbbé sűrűbb rögöket is.

Nem minden üstökös olyan fényes, hogy szabad szemmel is látni lehessen. Sok közülük a Földtől óriási távolságban mozog és olyan gyengén veri vissza a napfényt, hogy csak erős távcsővel lehet észrevenni. Nem mindegyik üstökös tér vissza előző helyzetébe a Naphoz viszonyítva. A leggyakrabban csak egyszer láthatjuk az üstököst: parabolapályán mozog és a Nap megközelítése után végkép eltávozik a végtelen világtérbe.

A valóságban az üstökösök pályái igen bonyolultak: tömegük nagyon kicsiny, és ezért könnyen eltéríti őket a bolygók

vonzóereje, különösen az olyan nagyoké, mint a Jupiter és a Saturnus. De némelyik üstökös valószínűleg foglyává válik a naprendszernek. Ez azért történik meg, mert a Jupiter vonzóereje elhajlítja, elgörbíti az üstökös parabolaútját és így ellipszisalakúvá válik, vagyis mozgását egy a Napot körülölelő, zárt vonalon folytatja.

A tudósok a naprendszerben kb. 35 időszakos üstököst fedeztek fel, melyek fordulóideje alig háromévtől (Enke-féle üstökös) hetvenhat évig (Halley-féle üstökös) terjed. Minél hosszabb az üstökös körülfordulásának az időszaka, annál messzebbre távolodik a Naptól; ennélfogva hosszú éveken át nem láthatjuk. Amikor pedig az ilyen távoli üstökös közeledik a Naphoz, vagyis visszatér a Naprendszerbe, anyaga erősen felmelegszik, elkezd erősen fényleni és így az bizonyos időre láthatóvá válik. Például a Halley-féle üstökös, amely most távolodik a Földtől és a Naptól, körülbelül 1950-ben harmincötszörte távolabb lesz a naptól, mint a Föld, viszont az 1986. évben közelebb kerül hozzá, mint a Venus.

Mi az üstökös? Főrészét, amely felhőre emlékeztet, az üstökös fejének nevezzük. Az üstökös feje után némelykor fénysáv húzódik, mely kibontott hajzatra emlékeztet. Ebből a hasonlóságból született az üstökös elnevezés (kométa a görög koma szóból, ami annyit jelent, mint hajzat). Olykor az üstökös fejének központi részében mag alakul ki, amely csillagszerű vagy bolygószerű égitesthez hasonlít és melyet ködszerű burok vesz körül. Az üstökös legérdekesebb része a csóvája, minden üstökösön látható, amely a Naphoz közeledik. Gyakran a farok elnevezést használják, de ez nem helyes, mert ha az üstökös távolodik a Naptól, akkor az úgynevezett „farka" nem hátul van, hanem elől!

A Nap vonzásának hatása alatt az üstökös anyaga fokozatosan széthull. És valahányszor visszatér az üstökös, mindig sápadtabbnak mutatkozik, mint előző látogatásakor. Megsoványodott, kevesebb anyag maradt benne, mint amennyit azelőtt hordozott. Így idővel az üstökös egész anyaga, amely előzőleg a fejben és a magban volt, széthúzódik, szétszóródik az útja mentén. Az üstökös anyagának szétesése azért is következik be, mert a mag szilárd részecskéi és a csóva apró porszemecskéi elrepülnek a napsugarak hatása alatt: ezt a jelenséget „fénynyomásnak" nevezik. Így az

üstökös fejének anyaga fokozatosan átmegy a csóvába. A napsugaraknak ez a hatása, más dolgot is megmagyaráz: azt, hogy miért támad az üstökösnek csóvája, mikor a Nap körül vonul.

Bármilyen nagy legyen is az üstökös, nem fenyegeti a Földet, mert anyagának sűrűsége nagyon csekély. A Föld életében sokszor bekövetkezett már összeütközés üstökösökkel, mégsem történt semilyen katasztrófa.

Hogyan születik az üstökös? A tudósok többféleképpen felelnek erre a kérdésre. Vszjechszvjátszkij szovjet tudós úgy véli, hogy az üstökösök a Jupiteren és a Saturnuson végbemenő robbanásokból támadhatnak. Egy másik szovjet tudós, Orlov professzor úgy véli, hogy üstökös akkor jön létre, amikor egy nagy meteorit összeütközik egy kis aszteroiddal. Az összeütközésnél az aszteroid darabokra törik, ezeknek egy része elsodródik a világtérbe, másik részét a Nap vonzóereje mozgásba hozza és ha aztán belekerül a naprendszer bűvkörébe, akkor a Nap körül kering zárt ellipszisvonalon. Ezeknek az egybesűrült testecskéknek a raja alkotja az időszakosan visszatérő üstököst.

Az üstökösből kiáradó fény, majdnem teljes egészében, visszavert napfény. Csak néhány üstökösön sikerült észlelni némely benne levő gáz önálló világítóképességét.

A hullócsillagok — a meteoritok

Minden ember látott már hulló csillagot. De egy csillag valóságos leesését tulajdonképpen még soha senki nem figyelte meg, nem tapasztalta. Amit mi látunk, nem leeső csillag és a „hullásnak" semmi köze sincs a távoli, óriási, izzó gázgömbökhöz, a csillagokhoz.

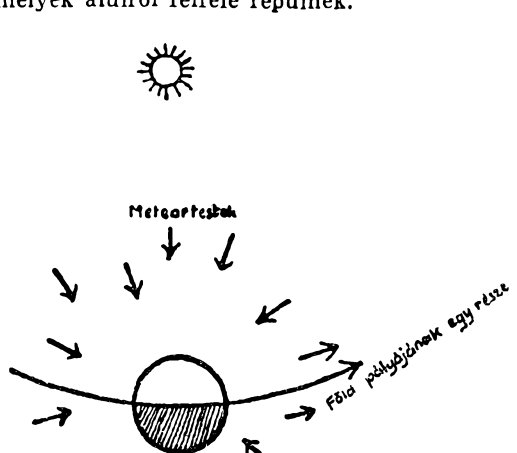
A Holdon sohasem látnánk egyetlenegy hulló „csillagot" sem. Pedig a Hold égboltján sokkal több csillag látható, mint a Földén. A mi hulló „csillagaink" fényes keskeny csíkok, amelyek minden irányban végigszántják az eget, ez a fényes vonal sokmillió apró, szilárd test röptének nyoma a Föld atmoszférájában, helyesebben ennek alsó, levegőtartalmú rétegében. Ezek a testecskék a hideg, légtelen világtérből hullanak Földünk légkörébe és áthaladva a mind sűrűbbé váló levegőrétegeken, ötven, nyolcvan vagy még több kilométernyi sebességgel másodpercenkint, erősen felhevülnek a levegő surlódásától. Száz—százhetvenegyven kilo-

méternyi magasságban a meteortestek részecskéi olyan erősen felmelegszenek, hogy sok közülük meggyullad és gyakran nyolcvan kilométerre a Föld felett már el is perzselődik, elég. Ezek a meteortestek nagyon kicsinyek, tömegük csak a gramm részeit teszi ki. Minden percben, talán minden másodpercben beleütköznek ilyenek a Föld légkörébe. Nappal, napfény mellett, a meteorok gyenge fellobbanásait nem lehet észrevenni a világos égbolton. De ha nagyobb meteortestek esnek a földi légkörbe, akkor sikerül észrevenni egy felhőcskét, sőt azt a kanyargós vonalú nyomot is, amelyet az égő anyag maga után hagy.

A Holdon nincs légkör, nincs levegő, következésképpen a meteortestek akadálytalanul eshetnek le a holdfelületre: nem hevülnek fel a levegősurlódástól, nem gyulladnak meg, nem égnek el, nem hagynak maguk után semmiféle észrevehető nyomot. Viszont a holdfelületre aránylag gyakran esnek meteortestek.

Ha a meteor nagy, másként nevezik: meteorkőnek. Ez már sokkal élesebben fénylik és röptében-esésében még süvítő hangot is ad. A meteorok és meteorkövek különböző sebességgel repülnek. Valószínűleg magatok is észrevettétek már, hogy közülük némelyik gyorsan repül, mások pedig mintegy úsznak csupán a levegőben. Ez a különbség repülésük irányából ered. Ha a meteortestek szembe repülnek a gyorsan haladó Földdel, kettőjük sebessége összegeződik. Ha pedig utána repülnek, ugyanazon irányban szállnak, akkor sebességük viszonylag csekély. Megállapítható, hogy este és reggel nem egyforma számban hullanak meteortestek: estefelé sokkal ritkábban észlelhetők, mint reggeltájban. Éjfél után és hajnal előtt mind több és több jelenik meg. Ez érthetővé válik, ha magunk elé képzeljük a Föld helyzetét a világtérben, miközben a Nap körül kering. A mozgó földgolyónak egy részét megvilágítják a napsugarak; ezen az oldalon van a reggel, a hátsó oldalon pedig az este. Következésképpen a földgolyó reggeli oldala találkozik az összes szembejövő meteortestekkel és utoléri azoknak a vele egyirányban haladóknak egy részét is, azokat, amelyek lassabban mozognak, mint a Föld. A földgolyó túlsó oldalának (amelyen esteledik) a légkörébe csak azok a meteortestek eshetnek, amelyeknek nagyobb a sebességük, mint a Földé. Az, hogy éjfél után több a meteor, egyik bizonyítéka annak, hogy a Föld mozog a Nap körül. Valóban, ha a földgolyó mozdulatlanul állna, akkor függetlenül attól, hogy hány óra van éjjel, minden

oldalról, minden időben egyformán és egyenlő számban hullanának reá meteoritek. A meteortesteket nem vonzza a Föld, mint ahogy sokan (63. ábra) gondolják, hanem csupán „összeütköznek a légkörével". Ezért nem csupán „hulló" meteoritokat látunk, hanem olyanokat is, amelyek mintegy átrepülnek a légkör egy részén. Sőt olykor sikerül észlelni olyanokat is (igaz, eléggé ritkán), amelyek alulról felfelé repülnek.



63. ábra

Megtörténik néha, hogy a Föld nagy meteortestekkel ütközik össze. És ha ennek anyaga nem ég el egészen a légkörben, akkor egy kívül, a felületén megolvadt kődarab esik le a Földre. Az ilyen testet, amely a világtérségből repül ide és leesik a Földre, meteoritnek, vagy meteorkőnek nevezik.

Ezek az „égi kövek" igen érdekesek a tudomány számára: módot adnak arra, hogy tanulmányozzuk az égitestek ásványait. Megállapítást nyert, hogy a meteorkövek különböző ásványokból állanak, ugyanolyanokból, amilyenek a földi hegyek kőzetfajtái közt találhatók. A megvizsgált számos meteorit egyikében sem sikerült felfedezni új elemet, amely ne volna ismeretes a Földön. Előfordul, hogy a meteorit teljes egészében egyféle anyagból áll.

például vasból. Ezek a meteoritek ismét fölös módon bizonyítják, hogy a mi Földünk közönséges égitest, amely semmiben sem különbözik a mindenség többi csillagától.

Éles fény, hatalmas dörgés, olykor erős, lökésszerű szél, mint orkán idején, kíséri a nagy meteorit repülését.

Ilyen meteorit esett le Szibériában 1908 június 30-án. Kora hajnalban, derült, csendes időben, a nappalodó égbolton hirtelen vakító ragyogás gyúlt fel; a látóhatár felett alacsonyan, állandóan a Földhöz közeledve, kékesfehér meteorit szállt, jól látható nyomot, három kilométer széles, fénylő csíkot hagyva maga után. Nem kevesebb, mint ötszáz kilométer utat tett meg így a levegőben és a Podkamennája Tunguzka folyó vidékén vágódott a talajba. Később, amikor a tudósok a meteorit leesésének helyére utaztak, óriási méretű robbanás jeleit találták. A robbanás pillanatában több mint tizenhat kilométer magasra csapott fel egy óriási tűzoszlop. Ez az óriási lobbanás oly erős volt, hogy a lángot a meteorit leesési helyétől négyszázötven kilométernyi távolságban is látták. A robbanás olyan fülsiketítő zajt okozott, hogy hétszáz kilométernyi távolságban is hallható volt. A légnyomás akkora hullámot vetett, hogy többtucat kilométeres körzetben kidöntötte az erdők fáit.

Ez a meteorit szerencsére lakatlan vidéken esett le, a robbanás nem okozott különösebb kárt és csak a meteorit leesési helyétől hatvan kilométerre fekvő Vanovara-t rongálta meg némileg a robbanás léghulláma.

A Föld olyan erős ütést kapott a meteorit leesésének pillanatában, hogy megrázkódását jelezték az önműködően író készülékek, a szeizmográfok a földgolyó számos helyén. Kiderült, hogy a léghullám körüljárta az egész földgolyót. A talaj megrázkódása, akárcsak a földrengésnél, az óriási meteorit leesési helyétől ezer kilométerre is érezhető volt és a szeizmográfok feljegyezték.

A tunguzkai meteorit súlya kétezer tonna volt, mélyen befúródott a mocsaras talajba. A cári Oroszországban ezt a nevezetes jelenséget nem tanulmányozták kellőképpen és a meteorit felkutatásához csak 1927-ben fogtak hozzá. Sok érdekes és gondos vizsgálatot végzett a meteorit leesési helyén L. A. Kulik szovjet tudós. Ám nem sikerült megtalálnia a meteoritet és megállapítania a leesés pontos helyét. Sok minden megváltozott az el-

telt húsz év alatt azon a mocsaras vidéken, néhol újonnan nőtt sűrű erdő is fejlődött.

1937—38 években a meteorit leesésének egész környékét lefényképezték a levegőből. És amit nem tudtak felderíteni a föld színén végzett kutatással, sikerült légi felderítés útján. A robbanásnak két központját fedezték fel, mind a kettő a meteorit becsapódásának pillanatában támadt. Ezek az érdekes munkálatok még nincsenek befejezve, a háború idejére ugyanis megszakították a tunguzkai meteorit vizsgálását, de hamarosan újra megkezdik majd és sikeres befejezéshez juttatják.

Sok óriási meteorit hozzáférhetetlen a tanulmányozás számára, minthogy mély óceánok fenekére süllyedt, — hiszen a terület, amelyet Földünkön óceánok és tengerek foglalnak el, majdnem 2.5-szerte nagyobb, mint a szárazföldeké. Mindazonáltal találtak néhány igen nagy meteoritot, amelyek sok száz, vagy talán ezer évvel ezelőtt estek le. Egy hatalmas, 36.5 tonna súlyú vasmeteoritot talált Grönlandban Peary sarkutazó és eljuttatta a New Yorki múzeumnak. A jelenleg ismert legnagyobb meteoritot Dél-Afrikában (Goba) találták meg. Súlya hatszáz tonna és a tetején kényelmesen elfér tíz ember.

Az olyan rejtelmes jelenség, mint a meteoritok lehullása, sok mendemonda keletkezésére adott alkalmat. Voltak, akik úgy vélték, hogy a meteorit az égbolt egy töredéke és így darabjai gyógyító képességekkel rendelkeznek. Ezért a nép gyakran feldarabolta az egészben maradt meteoritot és részeit talizmánként őrizte, hogy megvédje magát a betegségektől és más bajoktól. A nagy meteoritok egyikét, amely 1492-ben a Felső-Rajna vidékén esett le, láncokkal a templom falához erősítették, hogy ne repülhessen vissza az égbe.

Mivel magyarázható, hogy a meteorhullás augusztus végén és szeptemberben különösen sűrű? Megállapítható, hogy ezekben a hónapokban a Föld szétesö üstökösök pályáját metszi vagy közelükben halad el. Ebben az időben a Föld egész sereg meteortesttel találkozik és ezek nagy számban hatolnak be a Föld légkörébe. Néha, mikor a Föld üstökösmagvak maradványaival találkozik, „hullócsillagok esőjét" észlelhetjük, azaz csillaghullást. Ilyen híres „csillageső" zajlott le 1872 november 27-én. A sötétség beállta után, este hét—nyolc órától hajnali háromig körülbelül harmincezer meteorit esett a Földre. Az emberek ritka szép lát-

ványban gyönyörködhettek. Hol itt, hol ott lobbantak fel és húnytak ki fénylő sávok. Másik bőséges csillagesőt szemlélhettek az emberek legutóbb 1933 október 9-én, amikor néhány óra leforgása alatt több mint tízezer meteor volt látható.

Ebből világos, hogy a Föld találkozása a kis meteortestekkel teljesen veszélytelen dolog és nem okoz kárt sem az embereknek, sem az állatoknak. „Az égi puskagolyók" előbb elégnek. mintsem elérhetnék a Föld felületét. Nagy meteoritokkal a Föld sokkal ritkábban ütközik össze. A legnagyobb meteorit is, ha lezuhan a Földre, csak leesésének helyén okozhat rombolást. Nem szabad elfelejteni, hogy a legnagyobb meteoritok tömege is jelentéktelen a földgolyó tömegéhez viszonyítva. Az óriási tunguzkai meteorit, ha elfogadjuk, hogy eredeti súlya kétezer tonnát tett ki, három trilliószorta könnyebb volt a Földnél!

Most az a feladat áll előttünk, hogy megismerkedjünk a távoli csillagok világával. Meg kell tudnunk, hasonlít-e a mi világunk, a naprendszer, a többi nap-csillag világához. Magunk elé kell képzelnünk a világmindenséget teljes változatosságában. Ezért most elmeséljük mindazt, amit az emberek az állócsillagokról, a mindenség távoli világairól tudnak.

V. fejezet

A CSILLAGOK VILÁGA

A mozdulatlan állócsillagok ege

A csillagok világa olyan nagy, hogy látszólag nincs se vége, se hossza. Ki számolta meg az összes csillagot? Ki mérte fel a világmindenség űrét? És hogyan tájékozódnak az emberek a csillagok között, hogyan találják meg legalább a legfényesebbeket és legnagyobbakat?

Nem túlzás, ha azt mondjuk, hogy nem volt még a világon ember, aki ne vizsgálta volna a csillagos eget. Nem hibázunk, ha azt mondjuk, hogy minden ember meg tud találni egy-egy csillagot vagy csillagcsoportot.

A csillagok helyzete egymáshoz viszonyítva mindig ugyanaz. Az égbolt északi részén foglal helyet a Nagy Medve csillagcsoportja, — kétségtelenül minden ember ismeri. A Nagy Medve (Göncölszekér) hét csillaga emlékeztet egy merőkanál vagy serpenyő képére, melynek nyelét ügyetlenül rajzolták meg. (64. ábra.)

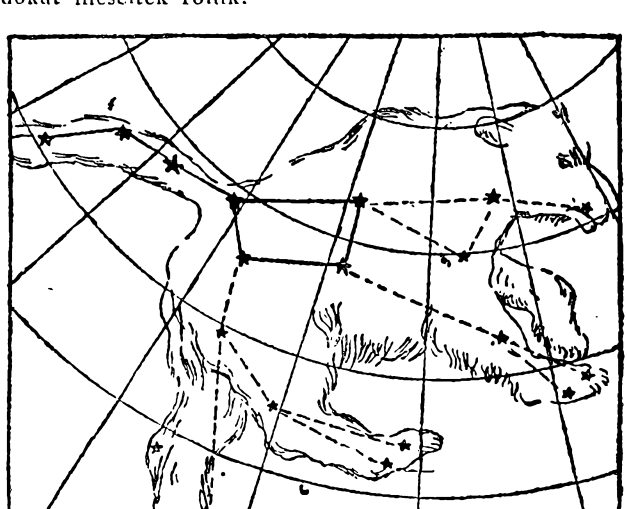
Ezt a csillagzatot látják és látták minden idők és népek emberei és gondolatban mindenki felrajzolta képét, jól ismert részleteivel.

A messze Észak lakója hasonlatosságot talált benne a rénszarvas fejéhez. A kínaiaknak a csillagok állása a sárkányt juttatta eszébe, Dél-Amerika őslakójának úgy tűnt fel, mintha mókus lenne, a régi Görögország vadásza pedig egy medve rajzát látta meg a hét csillagban.

Görögország egén a merítőkanál hét csillaga alacsonyan,

a látóhatár északi részén áll: ez az az égtáj, amely felől Görögország erdeibe néha betévedt Észak hivatlan vendége, a medve.

Hogyan lehet megmagyarázni a Medve megjelenését az égen? A régi népek istenekben hittek és a görögök csudálatos kalandokat meséltek róluk.



64. ábra

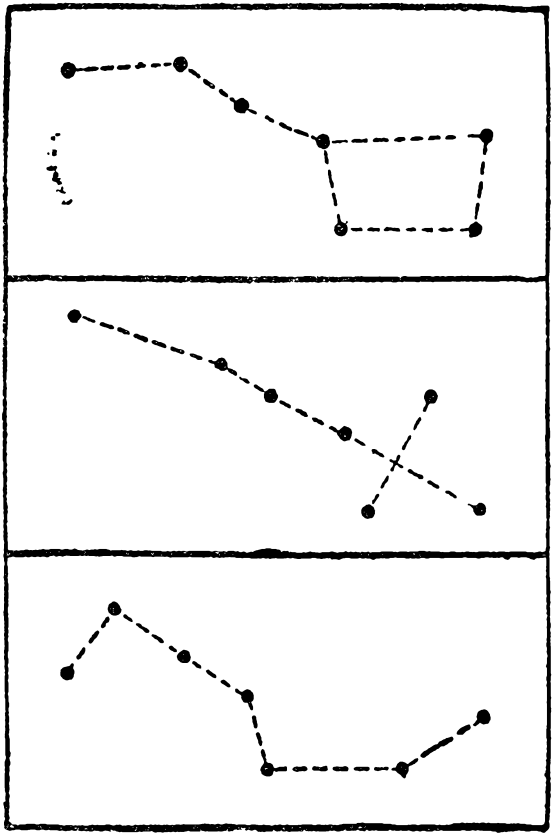
Íme, milyen mondát alkottak a régi görögök arról, hogyan jelent meg az ég boltján a Nagy Medve.

Zeusznak, az istenek legfőbbikének, Árkádia királylányától fia született: Árkádiusz. Zeus felesége, Héra, megharagudott és a királylányt nősténymedvévé változtatta. Mikor Árkádiusz felnőtt, vadászat közben találkozott a nősténymedvével és nem tudván, hogy az anyja, majdnem megölte. Ám ekkor beavatkozott atyja, Zeusz és mindkettőjüket felküldte az égre. Ilyen naivan magyarázza a monda a Nagy Nősténymedve csillagképének a létrejöttét.

Ez csupán egy csillagkép története, de mennyi más mesét és mondát gondoltak ki az istenekről, hősökről, szörnyetegekről

a régi görögök és más ókori népek, míg a csillagcsoportok bonyolult képeit nézegették.

Vegyétek elő a csillagos ég egy ókori térképét. látni fogjátok, hogy telistele van rajzolva vadállatok alakjaival, istenek, emberek, fegyverek stb. ábrázolásaival. Ezeken a rajzokon nem



65. ábra

könnyű megkülönböztetni a csillagokat és felismerni valódi helyzetüket az égbolton. Az elnevezések, amelyeket a régi görögök a csillagcsoportoknak adtak, napjainkig fennmaradtak: Bak,

Kentaur, Sárkány, Heráklész, Oroszlán, Orion, Nagy és Kis Medve és még sok más név.

Most már értjük, hogy miért van a csillagászatban oly sok elnevezés a görög mondakörből, mitológiából. Ezeket továbbra is használjuk, hogy gyorsan és nagy vonalakban tájékozódni lehessen a csillagok között.

Ptolemaiosz rendszerében minden bolygónak megvolt a maga szférája (burka, övezete), az összes csillag számára pedig egy közös szféra szolgált, az álló, mozdulatlan csillagok szférája. És valóban, a csillagokat mozdulatlanoknak látjuk. De a valóság nem ez. Az összes csillag mozog a világtérben, mégpedig óriási sebességgel száguld. Ám a tér, amely a Földet a csillagoktól elválasztja, olyan határtalanul nagy, hogy a csillagok a mi szemünkben mozdulatlanoknak látszanak. Hogy miként változik meg a csillagok helyzete valamely csillagcsoportban, csak hosszú idő, húsz—ötven év alatt lehet észrevenni.

Mi rövid életünkben nem is tudjuk megfigyelni ezeket a változásokat, ám a tudósok, akik ismerik a csillagok mozgásának sebességét, meg tudják mondani, hogyan állt valamely csillagzat régen és hogyan fog állni tízezer évek mulva. A 65. sz. rajz a Nagy Medvét ábrázolja. Láthatjátok, mennyire változik a Nagy Medve csillagainak a képe. A felső rajz a csillagok jelenlegi állását mutatja, a középső 50.000 év előtti helyzetüket, az alsó pedig az 50.000 év mulva látható csoportosulásukat ábrázolja.

Meg kell mondani, hogy néhány tudós már az ókorban is úgy képzelte, hogy a Föld nagyon távol van az égtől. Héziodosz görög költő azt írta, hogyha a tűz és a kovácsmesterség istene Ieejtené üllőjét az égről, akkor ez kilenc napon és kilenc éjen át hullana az égből a Földre. Héziodosz „egének magasságát" nem nehéz kiszámítani: a régiek „világának teteje" a Földtől 580.000 kilométer távolságra kellett hogy legyen, ami másfélszerese a Hold és a Föld egymástól való távolságának. Ha a Földhöz legközelebb lévő állócsillagot vesszük, akkor Héziodosz legalább 70,000.000-szorosan tévedett!

A csillagok világa

Nézzetek fel az égre, a ragyogó csillagos éjszakába. Először a legerősebb fényű csillagok tűnnek a szemetekbe: ezek a legnagyobbak az állócsillagok között, bár korántsem látszanak oly nagyoknak, mint a látható bolygók és a Hold. Nehézség nélkül észrevehetitek, hogy a csillagok színe nem egyforma. Egyesek fehér fényt küldenek a Földre, mások kékesen lobognak, vagy sárgás, vöröses, lilás és zöldes színben. Vannak, melyek egyenletes, állandó fényt árasztanak, mások szaggatott fénnyel pislognak és akárcsak a gyémánt, egymásután különböző színárnyalatokat vesznek fel. Némely csillag fénye hol elhomályosul, hol fellobog, sőt egészen ki is aludhat, hogy a következő pillanatban igen erős fényben ragyogjon fel. Vannak csillagok, melyeknek halvány fénye alig lobog, alig rezeg.

Mivel lehet megmagyarázni a csillagoknak ezt a képességét, hogy különböző erejű és különböző színű fényt sugároznak ki?

A régi időkben a tudós teológusok ezt a jelenséget nagyon egyszerűen magyarázták meg: a csillagok, mondták, az angyalok szemei, akik a magasból lenéznek a Földre. Ezek az angyalszemek, akárcsak az emberek szemei, hol kinyílnak, hol lecsukódnak: pislognak. Ez a bárgyú magyarázat ma már senkit sem elégít ki és a monda helyére a tudományos felvilágosítás került. Ezt a tüneményt az atmoszféra okozza; rajta áthatol a Földre minden égitest fénye, mind a bolygóké, mind a távoli állócsillagoké.

A Földet körülburkoló levegőréteg általában véve nyugtalan: egyes részeiben erős áramlás folyik, másutt a levegőhullámok alig-alig mozognak, a levegő hol sűrűbb, hol ritkább. Mikor a fénysugarak áthatolnak a légkör rétegein, különbözőképpen törnek meg, gyorsan változtatják irányukat és elhajolnak hol az egyik, hol a másik oldalra. Ezért van, hogy a távoli csillagok hozzánk érkező fénye hol összeszűkül, hol jobbra vagy balra táncol, azaz a csillagfény rezegni látszik. A magas hegyekben, ahol a levegő erősen megritkult, a csillagok alig lobognak, a Holdon pedig, ahol nincs levegőburok, a megfigyelő egyáltalán nem látná a csillagok fényét lobogni. Ugyanebből az okból lobog a bolygók fénye is, noha nagyon gyengén, mert ezek összehasonlíthatatlanul közelebb vannak a Földhöz, mint az állócsillagok.

Fényük nem egyetlen, megrögzíthető pontról indul el, hanem egy kis korong számos pontjáról és egybeolvadó sugaraiknak rezegniök kellene szemünk előtt. De míg áthaladnak az egyenlőtlenül vastag légkörön, a bolygók sugarai elnyelődhetnek: amikor az egyik sugár megfakul, a másik fellobban és ezért nem látunk váltakozást a sugárzásuk módjában.

Aki figyelmesen szemléli a csillagokat, észre kell hogy vegye, hogy különösen erősen azok a csillagok lobognak, amelyek a látóhatár közelében vannak. Ebben nincsen semmi csodálatos, mert ezeknek a csillagoknak a sugarai ferdén metszik át a levegőréteget, tehát útjuk a légkörben hosszabb, mint a fejünk felett lévő csillagok sugarainak az útja.

Ha egy csillag éles fénnyel világít, még nem jelenti, hogy nagyon nagy. Sok függ attól, mekkora a távolság a Földtől a csillagig. Olykor kicsiny csillagok is nagyon erősen világítanak, ha aránylag közel vannak a Földhöz. Sok csillagóriás pedig úgy tűnik fel a Föld lakói előtt, mint alig észrevehető pontocska, mivel óriási távolságban van tőlünk. Ezért a tudósok különbséget tesznek a nagynak feltűnő csillagok látszólagos nagysága és valóságos nagysága, azaz tényleges mérete között, amely független attól, hogy milyennek látja a csillagot a földi megfigyelő.

Látszólagos nagyságuk, tehát fényerejük alapján a tudósok a csillagokat csoportokba osztják. Mindegyik csillagcsoport fényereje 2·5-szeresen múlja felül a következő csoportét. Ez azt jelenti, hogy az elsőosztályú égitest 2·5-szerte több fényt áraszt ki, mint a másodosztálvú csillag, a másodosztályú csillag pedig 2·5-szerte erősebben világít, mint a harmadosztályú. Következésképpen egy elsőosztálvú csillag százszorta fényesebb egy hatodosztályú csillagnál. Az emberi szem optikai segédeszköz nélkül egészen a hatodik osztályú csillagokig használható.

Milyen csillagosztályba tartozik tehát a mi Napunk? Hiszen egy égitest sem vetekedhetik a Nap fényének erejével.

Ha a tudósok az elsőosztályú csillagok közé soroznák a Napot, nem akadnának egyetlen másod-, harmad-, negyed- és egyéb osztályú csillagra sem. A Nap fénye olyan erős, hogy egyetlen más csillag fénye sem mérkőzhetik vele.

Ezért a látható fényerő egységéül egy olyan képzelt csillagot vesznek fel, (ilyen csillag a valóságban nincs), amelyhez legközelebb áll a Bika-csillagkép Aldebaran nevű csillagának a

fényereje. Ennek a képzelt csillagnak a fényerejéhez mérik a tudósok a többi csillag fényét. (66. ábra.)

66. ábra

Ha egy csillag vagy más égitest 2,5-szer több fényt ad, mint egy elsőrendű csillag, azt a nulla-csoportú égitestek közé sorolják. A nulla-csoportú égitesteknél ugyanennyiszer erősebb fényűek pedig a „minusz első osztályba" tartoznak. A legfényesebb állócsillag, a Sirius „minusz 1,6 csillagnagyságú". Mikor a Venus különösen erősen fénylik, fényereje „minusz 4,3 csillagnagyságot" tesz ki. A Hold teliholdkor „minusz 12,3", a Nap pedig „minusz 26,7" fényerejű.

Nem nehéz kiszámítani, hányszor erősebben fénylik a Nap a legfénylőbb állócsillagnál, a Siriusnál. A Nap és a Sirius fényerejének különbsége 25-öt (26,7—1,6) tesz ki. Öt osztálykülönbség százszoros fényerő-különbségnek felel meg. Ám a Nap a Siriusnál nem öt osztállyal, hanem huszonöt osztállyal erősebb fényű. Ennélfogva a Naptól $100 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100 =$ = 10,000.000.000 (10 milliárd)-szorta több fényt kapunk, mint a Siriustól.

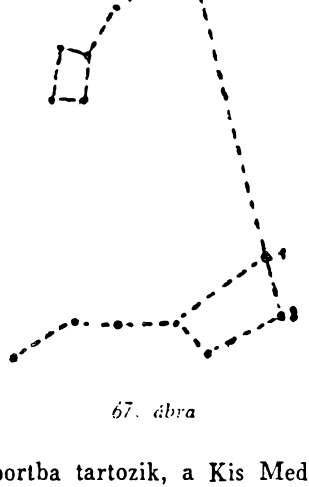
Valójában azonban, ha figyelembevesszük a Sirius távolságát és felületének nagyságát, a tudósok szerint ez a csillag a világtérbe körülbelül huszonhétszerte több fényt küld, mint a Nap!

Az északi égbolt csillagképei

Az északi égbolt és a déli égbolt északi részének szabad szemmel látható csillagai között nem nehéz megkeresni a Nagy Medve csillagképét.

Ennek a csillagzatnak a segítségével könnyű megtalálni az északi égbolt legfigyelemreméltóbb csillagainak egyikét, a Sarkcsillagot. E végből képzeletben az 1. sz. csillagon túl meg kell hosszabbítanunk azt az egyenest, mely a Nagy Medve 1. és 2. sz.

csillagát összeköti, az így kapott vonalra pedig ötször rá kell mérnünk a Nagy Medve két hátsó (egyes és kettes számú) csillagának távolságát, ahogyan a 67. ábra mutatja; így megtaláljuk a Sarkcsillagot.



67. ábra

Az összes többi állócsillagtól eltérően, a Sarkcsillag sohasem változtatja helyét az égbolton. Ez pedig azért van így, mert a Sarkcsillag a Föld képzelt tengelyének a meghosszabbításában áll. Így azt a benyomást kelti bennünk, hogy az összes többi csillag körutat tesz a Sarkcsillag körül, amely az egész csillagsereg középpontjában foglal helyet.

A Sarkcsillagnak ez a „mozdulatlansága" szilárd tájékozódási pontot teremt számunkra, segítségével mindig pontosan meg tudjuk határozni a világtájakat, a mi északi féltekénken.

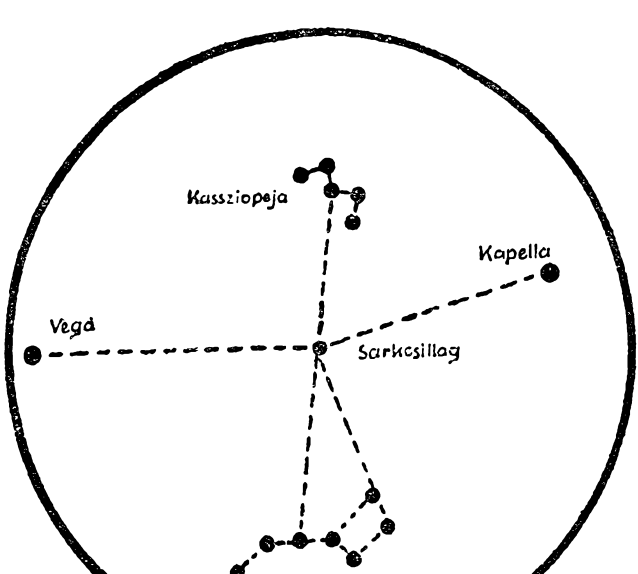
A Sarkcsillag egy másik csoportba tartozik, a Kis Medve képébe, amely hasonlóan a Nagy Medvéhez, szintén merőkanál alakú. Ez a csillagkép is hét csillagból áll, de rajza kevésbbé éles és a merőkanál nyele a másik oldal felé hajlik.

Ha ellenőrizni akarjátok, elég éles-e szemetek, nézzétek meg figyelmesen a Nagy Medve nyelét. Ha az utolsó előtti csillag környékén felfedeztek még egy kis csillagocskát, akkor éles a látásotok. Ez a csillag már az ókorban próbája volt az éleslátásnak, s ugyancsak vele tettek próbát a sztyeppe lovasnépei, mikor felderítőket választottak, akiknek látása kifogástalan kellett, hogy legyen.

Most, amikor már meg tudjátok találni a Nagy Medvét, a Kis Medvét és a Sarkcsillagot, nem lesz nehéz megkeresnetek a Kassziopeia csillagképet és két erősfényű csillagot, a sárgás Kapellát, az Auriga főcsillagát és a ragyogófényű Végát, a Lant képének főcsillagát.

A Kassziopeia csoportja öt jól látható csillagból áll. Ez a

csillagkép a Sarkcsillagnak a Nagy Medvével szemben levő oldalán található. Ha nagyon figyelmesen nézzük a Kassziopeiát, megláthatjuk egy hatodik, igaz, hogy nagyon halvány csillagát

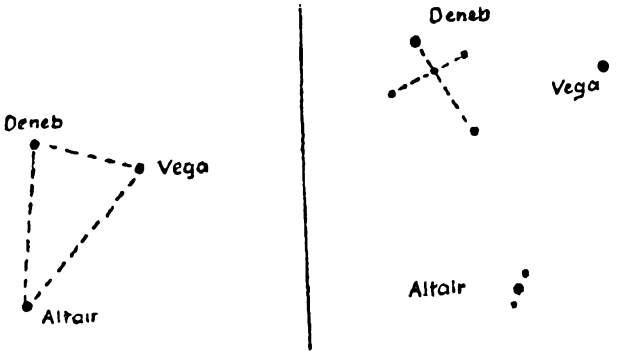


68. ábra

is. Ez a csillagocska a Kassziopeiának hajlított lámlájú karosszék képét adja. A Kassziopeia nincs messze a Sarkcsillagtól és sohasem süllyed az északi félteke látóhatára alá; a Szovjetunióban állandóan látható. A Kassziopeia a Tejút környékén foglal helyet, amely számtalan csillag halmazának óriási öve, és mint valami roppant ív hidalja át az egész égboltot.

A Nagy Medve nyelével ellentétes oldalon található a Kapella; a főcsillag négy eléggé erős fényű másik csillaggal együtt domború ötszöget alkot. Ez az Auriga egyik csillagcsoportja. Az élesszemű ember a Kapellától nem messze kis egyenlő-

szárú háromszöget láthat — ezt nagyon halvány csillagok alkotják. A háromszög csúcsán kicsiny csillagocska áll; valójában egyike a legnagyobbaknak, csak mi látjuk kicsinynek és halványnak, mivel mérhetetlen távolságban van a Naptól és a Földtől.



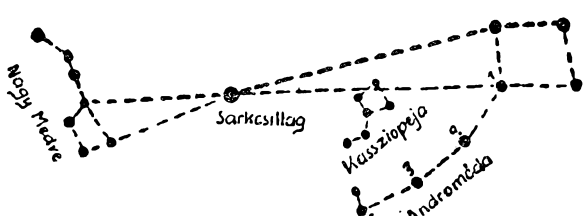
69. ábra

A Kapellával szemben, a Sarkcsillag másik oldalán találjuk a Lant kicsiny csillagképét és benne egy erősfényű csillagot, a Vegát. Ez a csillag, akár csak a Kapella, sohasem nyugszik le, egész éven át állandóan látható a Szovjetunióban. Legjobban észlelhető a Vega júliusban, ekkor rendkívül élesen fénylik még az északi szélességek fehér éjtszakáinak világos égboltján is.

Ha figyelmesen nézzük az égnek a Vegával szomszédos szakaszát, még két fényes csillagot láthatunk, amelyek a Vegával együtt nagy egyenlőszárú háromszöget alkotnak. Egyikük, a Deneb, főcsillaga a Hattyú képének. Elsőrendű csillag; az északi féltekén a legtisztábban augusztusban látható. Egy másik fényes, elsőrendű csillag a Sas-csillagzathoz tartozó Altair. Ez két halványabb csillag között helyezkedik el. Akárcsak a Hattyút, a Sas-csillagképet is nagyon jól lehet látni augusztusban. Mind a két csillagzat a Tejút mentén foglal helyet. (69. ábra.)

Némi figyelemmel még egy óriási merőkanalat találhatunk az égen; hasonlít a Nagy és Kis Medve képéhez, de sokkal nagyobb méretű. Ennek az óriási merőkanálnak a csoportját két csillagzat alkotja: a Pegazus és az Andromeda.

Az egyes, kettes és hármas számú csillag (70. ábra) az Andromédához tartozik. Az egyes számú főcsillag az óriási csésze többi három csillagával együtt alkotja a Pegazus nagy négyszögét.

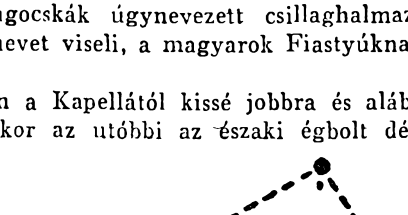


70. ábra

A Pegazus-Androméda óriási merőkanala nem olyan szembeötlő, mint a közelében egy halvány csillagokból álló, kicsiny, sűrű halmaz. Ha figyelmesen nézzük, ez a fehéres fényű csillaghalmaz öt csillagra tagozódik, melyek együttesen füles kannára hasonlítanak. Kissé oldalt észre lehet venni még egy picinyke csillagocskát: ez is ugyanehhez a csoporthoz tartozik.

Ezek a halvány csillagocskák úgynevezett csillaghalmazt alkotnak, mely a Plejádok nevet viseli, a magyarok Fiastyúknak hívják.

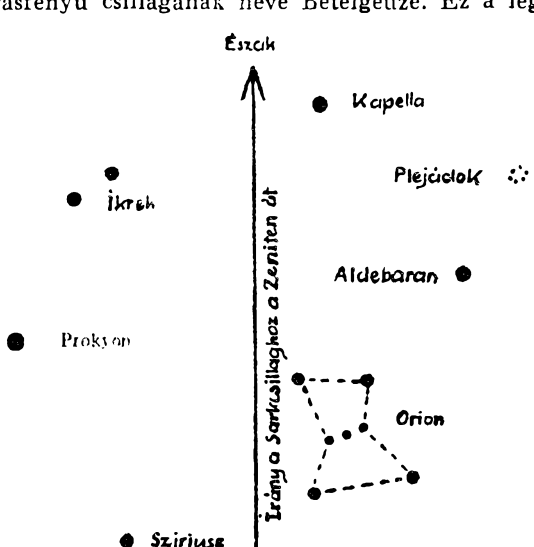
A Plejádok az égbolton a Kapellától kissé jobbra és alább helyezkednek el akkor, amikor az utóbbi az északi égbolt déli részén tartózkodik, magasan a látóhatár felett. (71. ábra.) Ugyanekkor a látóhatár déli széle felett sok fényes csillag látszik, amelyek az egyik legszebb csillagkép, az Orion körül helyezkednek el. A 72. ábra mutatja az Oriont és a szomszédos fényes csillagokat.



71. ábra

A rajz közepén húzódó egyenes vonal a nyíllal az Északi Sarkcsillag felé mutat. Ettől az egyenestől kissé jobbra áll egy

nagy és szép csillagkép: az Orion. A három középső fényes csillag — az Orion öve — mintegy áthurkolja azt a keretet, amelyet négy fényes csillag alkot (a rajzon az Orion főcsillagainak határait egyenes vonalak mutatják). Ennek a csoportnak a bal felső és a jobb alsó csillaga a legfényesebb. Az Orion keretének bal felső, sárgásfényű csillagának neve Betelgeuze. Ez a legnagyobb



72. ábra

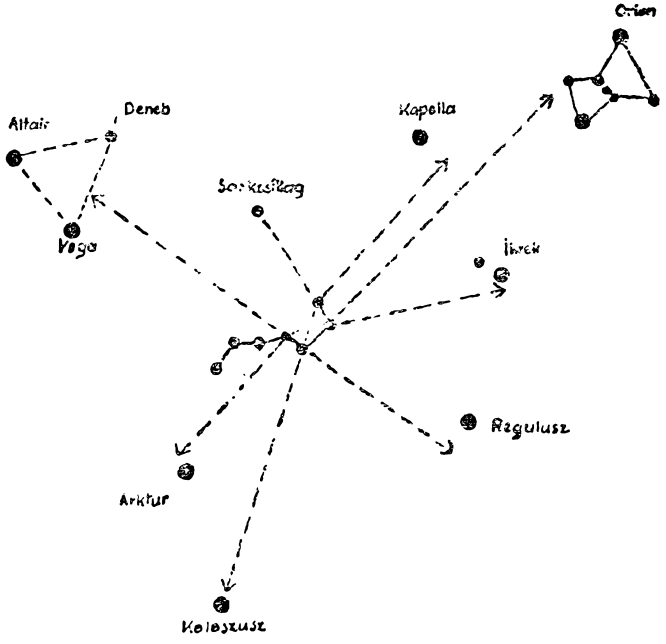
csillagok egyike, amit csak ismernek a csillagászok: térfogata egymilliószor nagyobb, mint az óriási Napé.

A rajzon áthúzódó egyenes vonalunk másik oldalán, kissé lejjebb, mint az Orion, ott ragyog az egész égbolt legfényesebb csillaga — a gyémántfényű Sirius. Ha az Orion övén áthaladó egyenes vonalat kissé meghosszabbítjuk felfelé és jobbfelé, akkor ráakadunk egy elsőrendű csillagra, a vöröses fényű Aldebaranra és kissé távolabb, a Plejádokra. Az Oriontól balra és ferdén felfelé, a jobb alsó és jobb felső csillagot összekötő vonal meghosz-

szabbításában, két fényes csillag foglal helyet: az Ikrek. Az Ikrek és a Sirius között ragyog a Prokyon.

Mindezek a csillagképek és csillagok különösen jól megfigyelhetők novembertől májusig.

Befejezésül meg kell emlékeznünk azokról a csillagzatokról, amelyek a Nap látható évi útjának vonalán sorakoznak körbe,



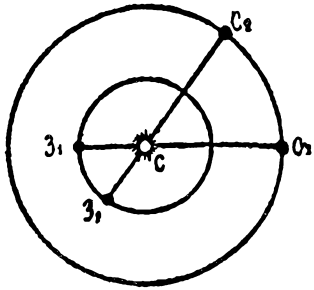
73. ábra

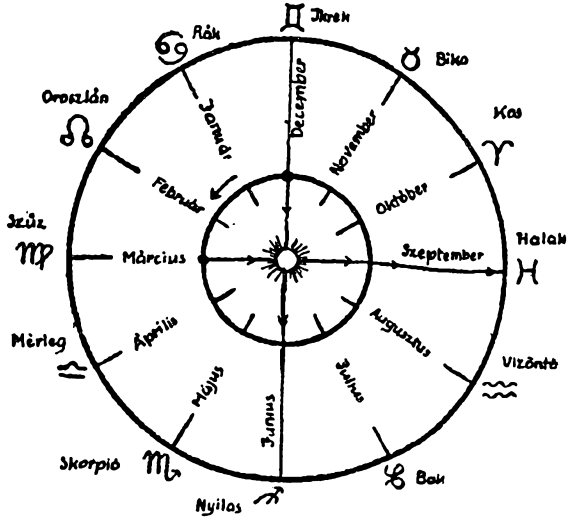
mintegy övezik az eget. Ezeket a csillagképeket zodiakus-csillagoknak nevezik, az összeset együtt zodiakusnak, magyarul állatkörnek vagy állatövnek.

A Földnek a Nap körül való mozgása folytán, amit mi nem veszünk észre, úgy tűnik fel előttünk, hogy a Nap egy év leforgása alatt fokozatosan balfelé halad tizenkét csillagképen át: Kos, Bika, Ikrek, Rák, Oroszlán, Szűz, Mérleg, Skorpió, Ijász, Bak, Vízöntő, Halak. (74. ábra.)

E csillagzatok többségének neve az állatvilágból van véve,

ez magyarázza gyüjtőnevüket: zodiakus-csillagok (görögül: állatok öve). A zodiakus-csillagok égövén vándorol át a Föld utitársa, a Hold is, valamint az összes ismert bolygók.



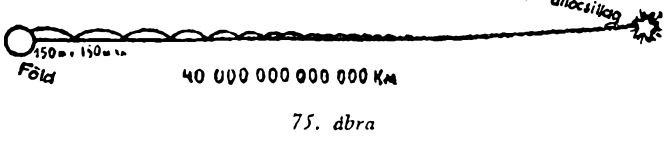


74. ábra

Csillagtávolságok

A Földhöz legközelebb eső állócsillag a Kentaurus Proximus, ami azt jelenti, hogy a legközelebbi a Kentaurus csiliagai közül. Ennek távolsága a Földtől 40,000.000.000.000 km (negy-

ven billió kilométer). Ez a szám olyan nagy, hogy képtelenek vagyunk felfogni. Próbáljuk meg elképzelni, hogy a Föld és eme csillag között híd van. (75. ábra.) Tegyük fel, hogy ezt a hidat



75. ábra

végig pillérívek tartják, amelyek mindegyikének hossza egyenlő a Földnek a Naptól való távolságával, vagyis mindegyik ív másfélszáz millió kilométer hosszú! Akkor ennek a hídnak 272.000 ilyen ívből kellene állania.

Csak egy ilyen hídívnek a befutásához a megállás nélkül haladó gyorsvonatnak 265 évre volna szüksége. És az egész utazás a Kentaurus Proximushoz 70,000.000 évet venne igénybe!

A megszakítás nélkül haladó repülőgép óránkint 325 km átlagsebesség mellett utasait a legközelebbi csillagra 14,000.000 év alatt juttatná el! Ha ezen a csillagon elsütnének egy ágyút, ennek hangja több mint négymillió év mulva érkezne el a Földre!

A rádióhullámok terjedési sebessége nagyon nagy: a rádióhullám egy másodperc alatt hét és félszer teszi meg a földkörüli utat az egyenlítő mentén. Ha egy rádióhangversenyt közvetítenének a Holdról, a Föld lakói majdnem ugyanabban a pillanatban meghallanák, amikor a Holdon megkezdődött; a rádióhullám a Hold és a Föld közötti távolságot (384.000 km) alig 1,3 másodperc alatt tenné meg. A rádióleadást a Napról a Földön mindössze 8,3 perc késéssel hallanánk meg. És íme, a legközelebbi csillag rádióhangversenye csak négy évvel és két hónappal a kezdete után hangzana fel a földi vevőkészülékben.

A Szovjetunió legtöbb helységéből a Kentaurus nem látható, minthogy messze a déli félteke fölött áll. A Szovjetunió égboltjának legközelebbi csillaga a Sirius. Ám a Sirius majdnem kétszer olyan távol van, mint a Kentaurus Proximus.

Magától értetődik, hogy a csillagtávolságok megméréséhez a mi földi kilométerünket használni nagyon alkalmatlan. A kilométer ehhez jelentéktelen kicsi mérték és ezért a csillagászok meg-

egyeztek abban, hogy az égitestek közötti óriási távolságokat különleges mértékegységgel: fényévvel mérik. A fényév azt jelzi, hogy hány kilométert tenne meg a fénysugár (vagy a rádióhullám) egy év alatt. Mint ismeretes, a fénysugárnak és a rádióhullámnak a terjedési sebessége 300.000 km másodpercenként. A földi évben több mint 31 millió másodperc van. Tehát egy fényév egyenlő 9,463.000.000.000 kilométerrel. Ne gondoljátok, hogy ez valami túlságosan nagy hosszmértékegység: a fényév is nagyon kicsiny és alkalmatlan mértékegységnek bizonyul a csillagszigetek közötti távolságok mérésénél.

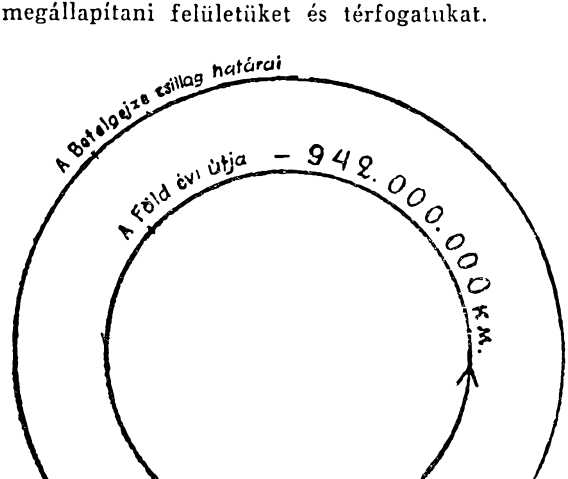
Az alábbi táblázatban fel van tüntetve néhány előttetek ismert csillag távolsága Földünktől fényévekben. Úgye, ezeket a távolságokat még elképzelni is nehéz?

A csillag neve	Csillagkép, amelyhez tartozik	Távolság fényévekben	Távolság billió kilométerekben (1 billió = 1 000.000.000.000 km)	Hányszorta van távolabb a Napnál?
Alfa Kentauri	Kentaur	4,3	41	272.000
Sirius	Nagy Kutya	8,6	81	544.000
Prokion	Kis Kutya	10,5	99	664.000
Altair	Sas	16	150	835.000
Vega	Lant	26	250	1,633 000
Pollux	Ikrek	32	310	2,000 000
Arkturus	Bootesz	41	390	2,590 000
Kastor	Ikrek	43	410	2,720 000
Kapella	Auriga	52	490	3,270 000
Aldebaran	Bika	59	560	3,800.000
Regula	Oroszlán	63	580	3,980 000
Spika	Szűz	230	2.200	14.000 000
Betelgeuze	Orion	270	2.600	17.000 000
Antaresz	Skorpió	340	3.250	21.000 000
Rigel	Orion	470	4.500	29,600 000
Deneb	Hattyú	650	6.100	41,000.000

A csillagok nagysága

A sok billió kilométer távolság ellenére sok csillagot láthatunk és meg tudjuk különböztetni fényük erejét. Például a Betelgueze, Antares, Rigel és más csillagok fénye oly vakítóan erős, hogy leküzdve az óriási távolságokat, eléggé élesen érkezik el hozzánk.

Hát milyen nagyok ezek a csillagok? Mekkorák valódi méreteik? Ez a kérdés hosszú időn át felelet nélkül maradt. Hiszen még a legerősebb távcsöveken is minden csillag csak fénylő pontnak látszik, észrevehető átmérő nélkül. És mégis sokféle szellemes készülék segítségével sikerült a tudósoknak meghatározni néhány csillag átmérőjét. Ismerve ezeknek a csillagoknak a távolságát, pontosan ki lehet számítani valóságos átmérőjüket és következésképpen megállapítani felületüket és térfogatukat.



76. ábra

Íme, mit tudtak meg a csillagászok. Sok, nagyon sok csillag, legalább is egyharmada a Tejútban tanulmányozott csillagoknak, nagyobbnak bizonyult a Napnál. A csillagok között valóságos óriások vannak, például az Orion csillagzat főcsillaga, a Betelgeuze. Ennek átmérője háromszor nagyobbnak bizonyult a Nap átmérőjénél. (76. ábra.)

Képzeljétek el a következőt: a Betelgeuze csillag belsejében, az átmérője mentén vasúti alagút van és abban egy gyorsvonat

halad. Ennek az expressznek körülbelül 750 évig kellene robognia, amíg elérné az alagút túlsó nyílását.

A Betelgeuze csillag méretei nem kivételesek; már sok más csillag ismeretes, amelyeknek arányai sokszorosan felülmúlják a mi Napunk méreteit. Az alábbi táblázat nagyon szemléltető számokat tartalmaz: vannak csillagok, amelyeknek térfogata ezerszer és milliószor felülmúlja a Nap térfogatát.

A csillag neve	Térf.	Tömege	A csillag neve	Térf.	Tömege
Sirius és Kastor	4	2, 3—2, 4	Arkturus	17.500	11
Prokion	6	1,2	Pollux	22 000	3
Vega	10,5	3	Rigel	36 000	40
Regula	22	4	Deneb	43 000	35
Spika	125	11	Aldebaran	60 000	7
Kapella	1.730	4,2	Antares	34,000 000	50

Mindezeket a csillagokat az északi féltekén lehet megfigyelni és főként a Szovjetunióban. Ám a tudósok ismernek nagyon távoli csillagokat; ezek megszámlálhatatlanul sokan vannak és közöttük sok kétségkívül nemcsak óriási, hanem már óriásfeletti. A tudósok mostanában igen aprólékos vizsgálatokat végeznek egy negyedrendű, halvány csillagocskán; ez a Kapella tájékán van, egy egyenlőszárú háromszög csúcsán, amely látszatra ugyancsak igen kicsiny csillagokból áll. Ha a számítások helyesek, akkor ez az alig észrevehető csillagocska óriásfelettinek tekinthető. Az Auriga Ypszilonjának nevezik, lehetséges, hogy térfogata a mi Napunkét 2,000.000.000-szor múlja felül.

Természetes, hogy ezek mellett az óriási csillagok mellett vannak olyanok is, melyeknek a térfogata ugyan sokszorta nagyobb a Napénál, ám tömege csak kevéssé különbözik tőle. Ilyenek például a Pollux, Aldebaran és más csillagok (l. a táblázatot). Ezek az óriás-csillagok nyilván nagyon csekély sűrűségű anyagból állanak.

Az iker-napok

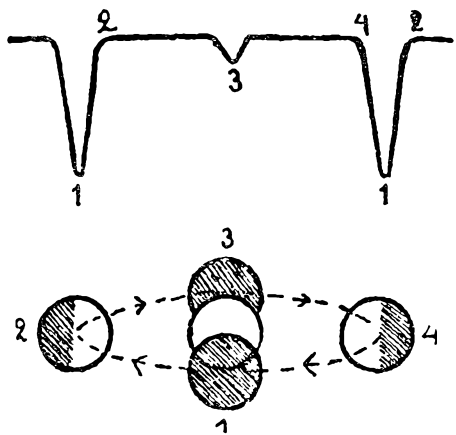
Már beszéltünk arról az ötödrendű, kicsiny csillagocskáról, amely a Nagy Medve kanálnyele utolsóelőtti csillagának környékén foglal helyet. Ez a csillagocska — iker, két egymáshoz közeli Nap. Az ilyen kettős (és olykor, bár ritkán hármas)

csillagok gyakran csak látszatra szomszédok és ekkor optikai kettőscsillagoknak nevezik őket. A valóságban ezek óriási távolságokban vannak egymástól, de mi majdnem ugyanabban a vonalban látjuk őket. A csillagászokat különösen a valódi kettőscsillagok, vagy mint mondják a „fizikai" kettőscsillagok érdeklik, amelyek egymás körül forognak, ahogy a Hold kering a Föld körül. Ezeknél a kisebb tömegű csillagcsatlós a nagyobb tömegű főcsillag körül forog.

Herschel csillagász tanulmányozta először az akkor még kisszámú kettőscsillagokat. De ma már több mint harminc-ezer kettőscsillag ismeretes. Némelyik közülük érdekes sajátsággal rendelkezik: fénye hol erősödik, hol gyengül. Ezt a jelenséget nem szabad összetéveszteni a csillagok lobogásával, amely majdnem pillanatonként változik. Egész sor kettőscsillagon a fény ereje rendszeresen és egyenlő időközökben változik. Megállapítható, hogy itt az egyik csillag által a másik ikercsillagon okozott napfogyatkozással van dolgunk!

Ha mind a két csillag egymás mellett van és nem fedi el egyik a másikat, kettőjök fénye halmozódik és nekünk úgy tünik fel, hogy a csillag erősebben fénylik. Amikor pedig az egyik, amely kevésbbé fényes, részben elfedi a fényesebbiket, a fény hirtelen meggyengül. (77. ábra.)

Némelyik csillagnál a fény gyengülésének és erősödésének folyamata nagyon gyorsan megy végbe. Az Algol-típusú csillagok két napon és tizenegy órán át egyenletes, ingadozás nélküli fényt sugároznak (eltekintve kisebb, rövid tartamú ingadozásoktól). Ezután 5 óráig tartó erős fénycsökkenés következik: ekkor megy végbe a napfogyatkozás, majd ugyanolyan



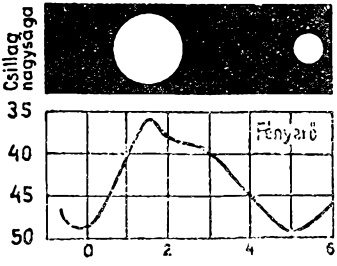
77. ábra

gyorsan ismét helyreáll a fényük. Nyolcszáz ilyen csillag-napfogyatkozást ismerünk, különböző fényváltozási periódusokkal.

Ezeket a csillagokat nem lehet összehasonlítani a mi Napunkkal és bolygóival, minthogy minden ilyen csillagpár tagjai, tömegüket tekintve, kevéssé különböznek egymástól. A Napnak pedig és bármely bolygójának tömege nagyon különbözik egymástól.

Változó csillagok

Nemcsak egy csillagnak a másik által való elsötétítése, beárnyékolása okozza, hogy a csillagok olykor megváltoztatják csillogásukat, fényességüket. Vannak olyan csillagok is — s ezeknek száma körülbelül nyolcezer —, amelyeknek fényereje időszakonként magától megváltozik. Az ilyen csillagokat változó csillagoknak nevezik. Egyesek fényereje alig észrevehetően változik, másoké viszont élesen és szembetűnően ingadozik. Vannak csillagok szabálytalan fényerő-ingadozásokkal és ezek fényváltozásaiban nem sikerült felfedezni semmi törvényszerűséget. Nagyon valószínű, hogy a mi Napunk is messziről változó csillagnak látszik, tizenegy éves fényerő-ingadozási periódussal. Valószínű, hogy a változó csillagok fényének ingadozása azoktól a folyamatoktól függ, amelyek a belsejükben zajlanak le és visszatükröződnek felszínükön.



78. ábra

Új csillagok (novák.)

Az 1572-ik évben Tycho Brahe, a híres dán tudós váratlanul egy „felesleges" csillagot vett észre a Kassziopeia csillagzatban. Sőt, ez a csillag hamarosan olyan erős fényre gyúlt, hogy fényesebb lett a Venusnál is. Ám elmúlt néhány nap és az új, szokatlan csillag fénye halványodni kezdett. Két évig váltakozott ennek a csillagnak a fénye és végül láthatatlanná lett. Most, amikor a fényképezés segítségére jött a csillagászoknak, sikerült

pontosan megállapítani, hogy új csillag a szó szoros értelmében, valójában nem tűnik fel. Csupán egyes halvány csillagok hirtelen nagy erővel felragyognak, néha 25.000-szerte erősebben, azután ismét homályosakká, alig láthatókká válnak. Előfordul, hogy ilyen „új" csillag körül, amely éles fénnyel kigyullad, fellobbanása után bizonyos idővel kicsiny ködfolt jelenik meg és ennek a közepében ég a szokatlan fényű, új csillag. Mostanában megállapították, hogy ilyenkor nem új csillag születéséről van szó, hanem óriási méretű robbanásról, amelyet hő- és fény-energiák hatalmas felszabadulása kísér.

A legutóbbi években felfedeztek különös, egészen új csillagokat, amelyek fénye sok tízezerszer nagyobb erővel lobban fel, mint az eddigi úgynevezett új csillagoké. Például az Androméda-ködben, ebben a mi Tejútunkhoz hasonló óriási csillagrendszerben, amely sokmillió csillagból áll, fellángolt egy „egészen új" csillag. Megfigyelés közben rájöttek, hogy fénye a Földről tekintve csak hatodrésze az Androméda-köd valamennyi csillag összesített fényének. Nehéz elképzelni az „új csillagoknak" (szupernovák) ezt a vakító ragyogását, amely 100,000.000-szor fényesebben világít, mint a Nap.

Izzó és „hideg" csillagok

Természetesen, nem ismerhetjük a csillagok belsejének a hőmérsékletét, mint ahogy azt sem tudjuk, hogy milyen hőség olvasztja a Nap belsejének anyagát. Ám a csillagok felszínének a hőmérsékletéről teljes megbízhatósággal beszélhetünk és a tudósok minden kétség nélkül állítják, hogy a csillagok belsejének hőfoka összemérhetetlenül nagyobb felületük hőmérsékleténél.

Ha összehasonlítjuk a csillagok felszínének hevét a Földünkön ismert legmagasabb hőmérsékletekkel, akkor el kell ismernünk, hogy a legmagasabbak is (például az elektromos fényívé) parányiak. A legforróbb csillagok hőmérséklete 30.000 fokig, a „leghidegebbeké" 2.000 fokig terjed. Jusson eszetekbe, hogy a Nap felszínének hőfoka 6000 fok körül van, márpedig milyen sok meleget és fényt sugároz ki a Nap. Egyes csillagok hőségét éppolyan nehezen tudjuk elképzelni, mint felfogni a csillagterek határtalan nagyságát.

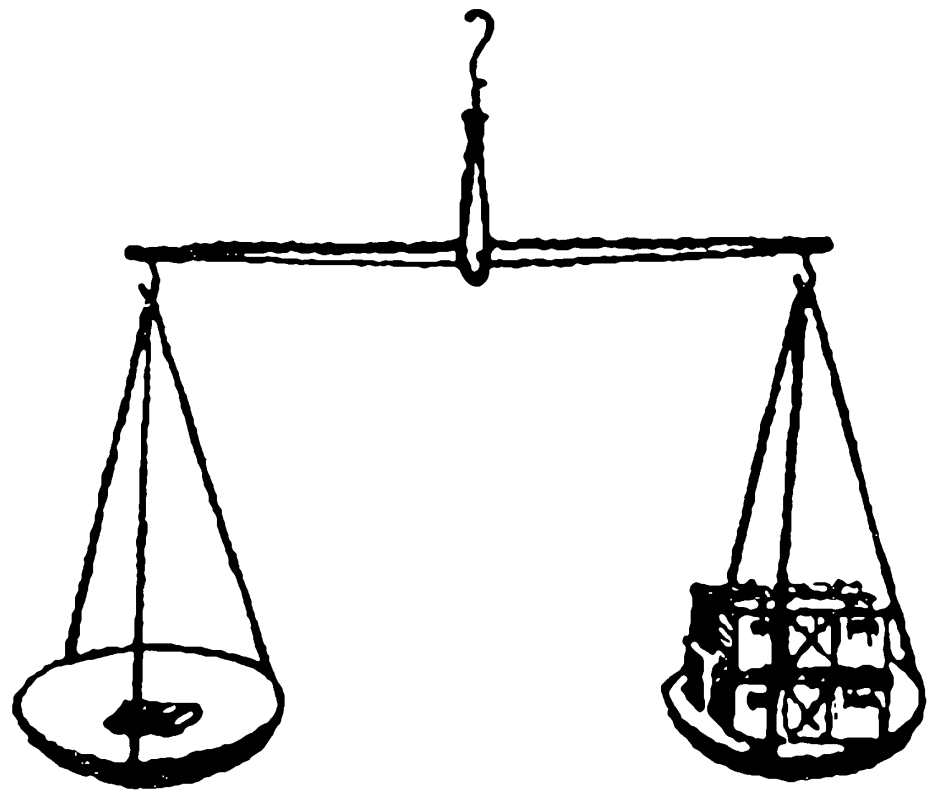
Ha ismeretes a csillag felületének hőmérséklete, és ismerjük a csillag valódi méreteit, akkor nem nehéz meghatározni abszolút fényességét. Hogy ténylegesen milyen fényes egy csillag, könnyű kiszámítani, ha ismerjük a csillag távolságát és látható nagyságát. A tudósok sok ilyen számítást végeztek és íme, milyen csodálatos adatokat kaptak: az Aranyhal-csillagkép S csillaga átlagban 500.000-szer fényesebb, mint a mi Napunk, a Rigel 20.000-szerte, a Betelgeuze 1700-szorta, az Arkturus 100-szorta és így tovább.

Fehér törpék

A csillagászok ismernek még más, valóban furcsa csillagokat is. Ezeknek a méretei nem éppen nagyok, viszont a tömegük (súlyuk) óriási. Következésképpen hihetetlen nagyfokú a sűrűségük. Ilyen például a Sirius utitársa, holdja. Ennek fényereje négyezred része a főcsillag fényének és akkora mennyiségű anyag van benne, mint a mi Napunkban. A Sirius holdjának sűrű tömege óriási, habár a Siriusnak ez a fehér törpéje (így nevezik ezt a csillagot) 27.000-szerte kisebb a Napnál! Ennek a híres csillagnak az anyaga negyvenezerszer sűrűbb a víznél. Ilyen „összesajtolt" állapota az anyagnak valószínűtlennek tűnik fel előttünk. Azonban a tudósok nem láttak benne semmi csodálnivalót.

Képzeljetek el oly szörnyű hőséget, amely széttördelte az atomokat alkotórészeikre — a magra és az elektronokra —, úgyhogy ennek a csillagnak az anyaga szétvált atomrészek kaoszából áll. Ezután vegyétek figyelembe azt az óriási nyomóerőt, amely ezeket az atomtöredékeket összepréseli, s akkor elképzelhetitek a csillag anyagának tömörségét. Az anyag nagyon erősen összepréselhető, mert az ép atomban, mint a világmindenségben is, óriási, anyaggal ki nem töltött terek vannak. Más a helyzet a feldarabolt atommal: ennek szétválasztott részecskéi már nem őrzik meg egymáshoz való térbeli viszonyukat és alávetik magukat az összenyomásnak. Az ilyen óriási sűrűségű anyag roppant energia-készletet rejt magában. Hogy megszabadulhasson tőle: a csillagok felületének fehér izzásba kell kerülnie. Íme, ezért kapták ezek a túlsűrű anyagú csillagok a „fehér törpe" elnevezést.

A leghíresebb a fehér törpék közül a Kuiper-féle csillag. Ennek anyaga tízezerszer sűrűbb a platinánál! Ez azt jelenti: egy gyufaskatulya, megtöltve a Kuiper-féle csillag anyagával, több mint hatvan tonnát nyomna. Ugyanez a gyufaskatulya (79. ábra) egyensúlyt tartana négy közönséges tehervagon súlyával. A fehér törpéken kívül más törpék is vannak: a vörös törpék. De a fehér törpéktől eltérően, ezeknek az anyaga nincs annyira összesajtolva és felületük hőfoka már nem olyan nagy, hogy fehér izzásig hevülhessenek.



79. ábra

VI. fejezet

A VILÁGMINDENSÉG FELÉPÍTÉSE

A kis világmindenség

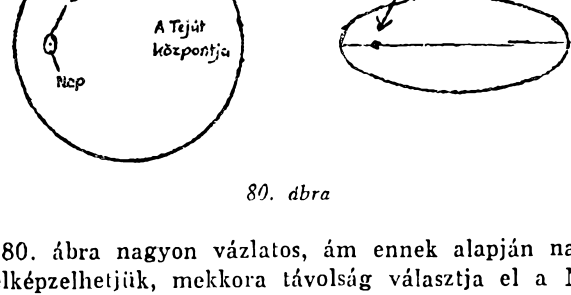
Sok csillagot látunk az égen, de ezek csak jelentéktelen részét alkotják a végtelen világnak — a mindenségnek —, így tanította még Giordano Bruno. És valóban, látóképességünk határán túl még sokmillió csillag van. Az égen látható egy fehér sáv, amely hasonlít a kiöntött tejhez; ez a Tejút. Itt a távoli csillagok oly óriási tömege zsúfolódik össze, hogy nem tudjuk őket egymástól elkülöníteni. Ugyanilyen felfogást fejezett ki a világmindenségről lángeszű éleslátással Démokritosz, az ókori görög filozófus is, aki időszámításunk előtt 470-től 380-ig élt, később pedig Giordano Bruno. Ez a feltevés beigazolódott, amikor Galilei 1610-ben először fordította távcsövének lencséjét a Tejútra. A zavaros-fehéres, sűrű sáv Galilei előtt szétesett különálló csillagokra, s üres égterületek választották el őket egymástól.

Nézzetek a mi északi égboltunkra és meglátjátok, hogy a Tejút, vagy amint más néven nevezik, a Galaktika (görögül „galja" tej) keresztülhalad a Sas, Hattyú, Kassziopeia, Auriga csillagképein.

A mindenség óriási, mérhetetlen térségei választanak el minket a Tejút e csillagaitól és ezért nem tudjuk megkülönböztetni az egyes fényes pontokat. Mi csak a sokmillió csillag fénykisugárzását látjuk, amely fényes sáv alakjában jelenik meg szemünk előtt.

Már a fényképezési módszer alkalmazása előtt sok tudós igyekezett meghatározni legalább megközelítően, mennyi és mi-

lyen csillag alkotja a Tejutat. Két híres csillagász, az idősebb Herschel és a fia, dolgozott makacsul és kitartóan, míg sikerült megállapítaniok, hogy a Tejút csillagai nem kaotikusan helyezkednek el. Ez a zavaros-fehéres sáv, amely végighúzódik az égen, valóban olyannak látszik, mint valami malomkő. A tudósok később megállapították, hogy a Nap egy nagy csillaghalmaz belsejében foglal helyet, ám ezekkel együtt egy másik, még óriásibb, nagyobb számú csillagcsoportosulásnak csupán egy része, és ez a csillagcsoportosulás alkotja a Tejút rendszerét.



80. ábra

A 80. ábra nagyon vázlatos, ám ennek alapján nagyjából mégis elképzelhetjük, mekkora távolság választja el a Napot a Tejút legközelebbi szélétől, vagy egyenes irányban legtávolabbi csillagaitól. Megállapítást nyert, hogy a Tejút e távoli csillagai nyolcvanezer fényévnyi távolságra vannak tőlünk.

Az éjtszakai égbolt alkalmi megfigyelője előtt a Tejút a legkülönfélébb égitestek kusza gyüjteményének tűnik fel, de a Tejútat figyelmesen tanulmányozó tudósok különböző alakú csillagcsoportok számos típusát határozták meg benne. Bármilyen messzire vannak is tőlünk ezek a csillagrendszerek, a tudósok határozottan állítják, hogy mind a Tejút rendszerébe tartoznak. Gömbalakú csillaghalmazok veszik körül a mi külön világmindenségünket, és mint utitársak mozognak körülötte. A Tejút egyes csillagai vagy csillagcsoportjai közül némelyek másodpercenkint háromszáz kilométer sebességgel mozognak; s az a csillagrendszer, amelybe a mi Napunk tartozik, szintén teljes egészében a Tejút középpontja körül kering, ahol különösen sűrűn helyezkednek el a csillagok. Egyébként a Nap, a maga csillaghalmazának belsejé-

ben, másodpercenkint körülbelül húsz kilométer sebességgel mozog. Viszont a Tejút központja körül a Nap, épúgy, mint a többi csillag, óriási sebességgel, másodpercenkint körülbelül kétszázötven kilométerrel rohan! A Nap mozgásának ez a sebessége bámulatos, de a Nap pályája a Tejút központja körül olyan nagy, hogy a mi világítótestünk csak kétszázmillió év alatt tudja befutni.

Nehéz elképzelnünk a Tejút csillagtereinek áttekinthetetlen nagyságát. És ami a legcsodálatosabb, ez az egész bonyolult világ ugyanazon törvényeknek van alávetve, amelyek a földi jelenségeket irányítják. A nehézségi erő itt is egymás felé húzza a csillaghalmazokat, a centrifugális erő pedig távolítani törekszik a csillagvilágokat a Tejút központjától.

Nem volna helyes képünk a Tejút rendszeréről, ha nem mondanánk egyetmást az erősen ritkult anyagokról, a ködökről.

A Tejút ködei a legkülönfélébbek lehetnek: olykor alaktalanok és sötétek, ezeket diffuzoknak nevezik, máskor fényesek, vagyis világító erejű gázok vagy anyagporok, amelyek a ködhalmazok belsejében lévő erősen ragyogó csillagok fényét szórják szét. Ismét más ködképződmények korongalakúak, s ezeket bolygószerű ködöknek nevezik.

A Tejúton látunk puszta területeket is, ahol egyáltalán nincsenek csillagok. Valójában nem így van. Itt a csillagok fényét sötét diffuz ködképződmények takarják el szemeink elől és ez az üres ég illusióját kelti bennünk.

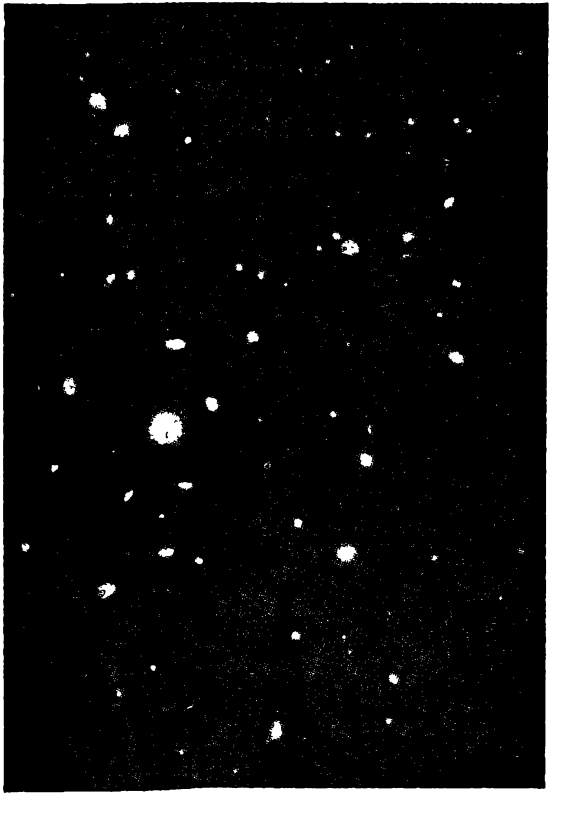
Ilyen a Tejút, amely zavaros-fehéres sávnak látszik. A mai csillagászok számításai ezt mondják: a Tejútban körülbelül 100,000.000.000 (százmilliárd) naptömeg, vagyis külön csillag és ködhalmazban eloszló csillaganyag van. És ezeknek tekintélyes töredéke teljesen kialakult csillagnap.

És a Tejút sokmillió csillaga között a mi Napunk — pedig milyen óriásinak látszik! — mindössze egy a sok közül, nem is a legnagyobb, nem is a legmelegebb — egy átlagos csillag, olyan, mint a többi sokmillió.

És még maga a Tejút sem felel meg a világmindenség fogalmának. Bármilyen nagyszabásúnak látszik is szemünkben, csillagainak és ködhalmazainak milliói a mindenségnek csupán kis részét alkotják. A mi világmindenségünk csak egy — igaz, hogy

hatalmas — csillagsziget. És ez a csillagsziget a maga sokmillió csillagvilágával a nagy mindenség határtalan űrében mozog.

A Tejút (Galaktika) a mi mindenségünk; kis világmindenségnek nevezik. (81. ábra.) Sok Tejút, sok csillagsziget, amelyek



81. ábra

mindegyike hasonló a mi kis világmindenségünkhöz, teszi a mi Tejutunkkal együtt a Nagy Világegyetemet, amelyben nincs kezdet és vég.

A nagy világegyetem

A tizennyolcadik század híres csillagásza, Herschel, a Tejút szerkezetét tanulmányozva, felfedezett néhány ködhalmazt, amelyek a Tejúttól messze, oldalt helyezkednek el. Később, amidőn sikerült e ködfoltok távolságát meghatároznia, elnevezte őket „tejúton-kívülieknek", minthogy a Tejút határain kívül fekszenek.

Az erős távcsövek feltalálása után a csillagászok még sok ilyen távoli óriási világot, Tejutat fedeztek fel. Egy amerikai csillagász 1954-ig több mint ezerkétszáz fényképfelvételt készített és ezeken negyvennégyezer csillagszigetet talált.

Ezek között a tejúton-kivüli „ködképződmények" között van sok csigavonalas formájú (spirális), vannak ellipszisalakúak és változó csigavonalúak. Akadnak szabálytalan alakú ködhalmazok is, de ezek ritkák, száz közül legfeljebb három ilyen. A spirális ködtömegekben mindig látható egy központi sűrű mag; ebből két csigavonalú ág indul ki, ellenkező irányban. A legerősebb távcsövekkel megláthatő, hogy a ködhalmazok szélei különálló csillagokra és gömbalakú tömörülésekre esnek szét. Fel kell tennünk, hogy a ködfoltok magvait is különálló csillagok alkotják; ezt a színképelemzés adatai bizonyítják és újabban megerősítik az igen erős távcsövekkel végzett vizsgálatok. Lehetséges, hogy idővel, ha majd a csillagászok még hatalmasabb távcsövekkel rendelkeznek, észleleteink is pontosabbakká válnak. Ne feledjétek el, hogy az a távolság, amely a mi Tejútunkat legközelebbi szomszédjától elválasztja, rendkívül nagy: 700.000 fényév.

Az Androméda-csillagkép és még néhány más csillagrendszer egyetlen úgynevezett helyi csoportot alkot. Ehhez a csoporthoz kell számítanunk a Tejútat is, a mi világmindenségünket, amely semmiben sem különbözik a többi Tejúttól. Ma már tudjuk, hogy ebbe a csoportba még tizenkét Tejút-csillagsziget tartozik.

A tudósok már ismernek más Tejút-csoportokat, amelyek szinte végtelen távolságban vannak a Földtől. Ezek a távolságok olyan nagyok, hogy fényévekkel való kifejezésük is számóriásokat ad. Ezek az úgynevezett „tejútrendszerek" valamiféle égi szigettengerek, száz és száz „égi szigetből" állanak, amelyeket láthatóan szintén a nehézségi erő köt össze egymással.

A túloldali táblázatnak a számai fogalmat nyujtanak arról, milyen messze van a Földtől némelyik Tejút-csoport.

Milyen csillagzatban helyezkedik el	A tejútrendszerek száma egy halmazban	Távolság fényévekben
Szűz	körülbelül 500	6,000.000
Pegazus	100	23,600.000
Rák	150	29,300.000
Perzeus	500	36,000 000
Veronika haja	800	45,000.000
Nagy Medve	300	72,000.000
Oroszlán	400	105,000.000
Ikrek	körülbelül 300	135,000.000

Bármily nagyszabásúak is a világmindenség térségei, bármilyen nagyszámúak az óriási csillagvilágok — mindez mégis csak egy kis részét teszi a vizsgálódásunk számára hozzáférhető világegyetemnek.

Kétségtelen, hogy az eljövendő csillagászok még jobban kiszélesítik majd fogalmainkat a mindenségről. Ám az is, amit már most tudunk, olyan sok és a világegyetem térségei olyan óriásiak, hogy még fényévekben is óriási számokkal kell dobálóznunk. Ezért a fényév helyett a tudósok már más hosszúság-mértéket alkalmaznak a világegyetem felmérésére, — az úgynevezett parszek-et*. Ez a hosszúságmérték a Földnek a Naptól való távolságánál 206.265-szörte nagyobb és megfelel 3.25 fényévnek. A parszek egyenlő 31,000.000.000.000 kilométerrel és mégis, a távolság a tejúton-kívüli ködfoltokig parszek-ekben olyan óriási számokkal fejezhető csak ki, hogy olykor kiloparszek-et (ezer parszek), sőt megaparszek-et (millió parszek) kell használnunk.

Ha az Ikrek ködhalmazáig terjedő távolságot fogadjuk el a számunkra eddig hozzáférhető világegyetem sugarául és ennek hosszát kilométerekben fejezzük ki, akkor a következő számot kapjuk: 135,000.000 fényév, azaz 1,300.000.000.000.000.000.000 kilométer (ezerháromszáz trillió kilométer).

Ebben a nagysugarú gömbben a legkülönfélébb égitestek milliárdjai találhatók: óriások és törpék, szétporlódottak, amelyeknek anyaga végtelenül ritka, vagy rendkívül tömörré sajoltak, izzók és határtalanul hidegek, vakító ragyogással világítók és teljesen kihamvadottak.

---

* *Parsec* = a *parallaxis* és *secundum* szavak összevonása.

VII. fejezet

VILÁGOK SZÜLETÉSE ÉS HALÁLA

A világegyetem anyaga

A világegyetem anyaga változatlan marad, sem nem teremtődik, sem nem vész el — így hangzik az anyag megmaradásának elve. Ez a törvény a tizennyolcadik század egyik híres francia tudósának, Lavoisiernek nevét viseli; ő fogalmazta meg és nagyon egyszerű, pontos mérésekkel és kísérletekkel be is bizonyította.

De már tizenhét évvel Lavoisier felfedezése előtt kifejezte ennek a törvénynek a lényegét a nagy orosz tudós, Lomonoszov. Azt mondotta: „Ha valahol elvész bizonyos anyagmennyiség, akkor ugyanannyival szaporodik egy másik helyen".

Ez a kiváló orosz tudós erre a fontos következtetésre jutott: „Ez a törvény kiterjed magának a mozgásnak a szabályaira is, mert az a test, amely saját erejével egy másikat mozgat, ugyanannyi erőt veszít, amennyit átad a másiknak: annak, amely tőle nyeri mozgását".

Lomonoszovnak ezek a szavai már az energia megmaradásának az elvére vonatkoznak.

Képzeljétek el, hogy fát raktatok a kályhába és meggyujtottátok. A fa elégett és a kályhában egy kis halom hamu maradt. Ez nem azt jelenti, hogy a fa eltűnt, elveszett. A fának egy része füstté változott és összekeveredve a levegővel, leülepedett a földre és egyesült más anyagokkal. A korom és a hamu szilárd részecskéi később összekeverednek a Föld talajával és részt vesznek más anyagok létrehozásában.

Az anyag megmaradásának az elvét nem csak a földi jelen-

ségekre alkalmazzuk, érvényes mindazokra a folyamatokra, amelyek a csillagok világában játszódnak le, egyéb Tejút-rendszerekben.

A csillagrendszerek története

Végtelen távolságban a Földtől, a Tejút határain túl, sok csillagrendszer-ködhalmaz látható széjjelszórva. Vannak közöttük gömbhöz hasonlóak, vannak benyomott, lapos „gömbök", de a legtöbb az olyan képződmény, amelynek alakja domború üveglencsére hasonlít.

A csillagrendszereknek öt főfajtájuk van. Bármilyen különbözők a Tejúton kívüli csillagrendszerek, bármilyen részében legyenek is a mindenségnek, alakra nézve mindegyikük ez öt csoport valamelyikébe tartozik. Más szavakkal, a világegyetemben a csillagrendszerek öt fajtájának mindegyike száz- és ezerszámra van képviselve.

A csillagrendszerek alakjai nem véletlenek. Ha igaz, hogy mindegyik csillagrendszer forog a tengelye körül, akkor forgási sebességének változását elkerülhetetlenül kísérni fogja alakjának megváltozása is.

De miért indult forgásnak a csillagrendszer és hogyan alakultak ki ezek a ködfoltok?

1692-ben Newton, nem sokkal az egész világra érvényes nehézségi vonzóerő felfedezése után, egy másik tudóshoz írott levelében ezt a figyelemreméltó feltevést nyilvánította: „Ha a világegyetem összes anyaga egyenletesen volna elosztva az ég mélységeiben, és ha minden részecske veleszületett erővel vonzaná a többit és végül, ha az a tér, amelyben az anyag szét van szórva, véges volna, akkor minden anyag e tér külső részeiből, a nehézségi erőnél fogva, a belül lévő anyaghoz törekednék; ennélfogva a térnek a közepébe kellene, hogy kerüljön és ott egy nagy szférikus (gömbfelületű) tömeget alkotna. Ám ha az anyag végtelen térségben lenne egyenletesen elosztva, akkor sohasem egyesülhetne egy tömeggé, hanem egyik része egy szférikus tömeget alkotna, a másik rész másikat, úgyhogy ezáltal végtelen számú, egymástól hatalmas távolságra szétszórt tömeg keletkeznék a végtelen világtérben. Éppen ilyen módon keletkezhettek a Nap és az álló csillagok . . ."

Newton ideje óta a csillagászok elképzelései a világok keletkezéséről némileg megváltoztak. A tökéletesebb távcsövek és finomabb kutatóeszközök lehetővé tették azt a megállapítást, hogy a sűrűsödő anyagból mindenekelőtt valami tömöttebb anyagfajta óriási tömegei keletkeznek: ködfoltok és ezekből, ezekben az alakuló és fejlődő ködtömegekben születnek meg a csillagok.

Próbáljuk meg elképzelni, hogy valamikor, végtelenül régen egész mindenségünk olyan tért jelentett, amely ritkult anyaggal volt telítve, gázalakú anyagok kaotikus, formátlan tömegével.

És akkor működni kezdett az általános nehézkedési törvény, pontosan ugyanúgy, mint napjainkban. A világ anyagának mindegyik részecskéje hatást gyakorolt vonzóerejével a másikra. Fokozatosan áramlások indultak meg és ezek az áramlatok a mindenség különböző helyein az anyag tömörülését és halmozódását idézték elő. Mindegyik, még a legkisebb gáztömörülés is nagy vonzóerővel rendelkezett és következésképpen mindig újabb anyagrészecskéket rántott magához. Így alakultak fokozatosan a kicsiny, alig észrevehető anyagsűrűsödésekből mindig nagyobb és nagyobb halmazok. Ezek „nőttek", magukhoz vonva a kisebbeket. Ez volt a kezdete a ködfoltok kialakulásának, amelyeknek óriási tömegeit figyelik a csillagászok távcsöveiken.

Mi történt a ködtömegekkel a továbbiakban? Azok az áramlások, amelyek létrehozták az anyag első felhalmozódásait, később sem szűntek meg; a ködképződmény részecskéi, nehézkedésük erejénél fogva, a középpont felé törekedtek. Ez a mozgás természetesen nem volt egyenletes és arra kényszerítette a ködhalmazt, hogy forogjon.

A ködhalmaz kerek, gáznemű gömbje eleinte lassan forgott. de forgás közben anyaga egyre jobban összesűrűsödött. Az anyag összehúzódása következtében a forgás sebessége mindinkább növekedett. Így a kerek gömb fokozatosan belapult, majd pedig, a mozgás gyorsaságának növekedésével arányosan, mindjobban lencsealakúvá vált.

Hogy ez így történt és ma is éppen így történik és nem másként, arról a tudósok a sokezer, különböző sebességgel forgó ködfolt tanulmányozása közben szereztek meggyőződést. Az úgyszólván alig mozgó ködtömegek szabály szerint gömbalakúak. A gömbök már lassú mozgásnál is észrevehetően belapulnak a sarkokon. De íme, a forgás sebessége növekszik, a be-

lapultság erősödik és a ködfolt egyenlítője tájékán kidomborodik. Ez a csillagrendszer harmadik alakja. A domborodás később éles taréjba megy át. Ám a forgás sebessége továbbra is növekszik és ekkor az egyenlítő tájékának anyaga különálló sűrűbb darabokra szakad szét. Ezeknek a daraboknak egy része szétszóródik, más része összetömörül. Mikor a köd ilyen összesűrűlt tömege eléri a tömörség bizonyos fokát, akkor csillagnak nevezzük.

Tehát a ködök növekvő forgásával változik az alakjuk is. Így válnak ki, így születnek a ködképződményekből a csillagok.

A csillagászok gyakran észlelnek különleges ködképződményeket, amelyeknek csigavonalú alakjuk van. Ezeknek a középpontjából két sugárban áramlik az anyag, egymással ellentétes irányban. A Földről e rendszerek egyrésze szemben, másrésze oldalról látható.

A ködök akkor vesznek fel ilyen spirális alakot, amikor anyagukra egy másik, szomszédos, bár igen távoli ködtömeg vonzóereje gyakorol hatást.

A szomszédos ködtömeg vonzóereje mintegy magához rántja emezek anyagának egy részét, amely sugár-alakban kinyúlik belőle. De mihelyt kiválik ez a sugár, megbomlik a köd anyagának egyensúlya, és a kivált sugár-formájú anyag spirálisan, dugóhúzószerűen, két ágban megcsavarodik. Sok-sok idő telik el és a spirális sugarai sűrűbb tömörülésekre szakadoznak: a ködképződmény sugarából csillagok születnek.

Más szavakkal, az óriási világegyetem nagyszabású képét mutatja az anyag fejlődésének. És mi tudjuk: az öreg ködfoltok, amelyekben már csillagok keletkeztek, nem különleges önálló világok; valamikor gázneműek voltak és fejlődésükben fokozatosan átestek mindazokon az állapotokon, amelyeken át kell mennie a többi, fiatal ködképződménynek is.

A csillagok élete

Tudjuk, hogy a csillagok különböző színűek: fehérek, vörösek, kékek, sárgák. Akadnak óriás-csillagok és törpe-csillagok. Egyesek anyaga összesajtolt, másoké rendkívül ritka. Némelyek óriási hőségtől izzanak, mások hőkészlete csekély. Mit jelentenek a csillagok anyagának ezek az eltérései? Vajjon egészen különböző

csillagokkal van-e dolgunk vagy pedig. óriási különbségük ellenére, mégis csak vannak közös sajátságok a felépítésükben és változásaiknak ugyanazok a folyamatai?

A csillagászok igen sok csillagot tanulmányoztak és megállapították, hogy az összeset osztályokba és alosztályokba lehet sorolni: a csillagok fajtái egységes sorát adják a fokozatos átalakulásnak, átmenetnek egyik osztályból a másikba. Más szavakkal, a csillagok fejlődésük során változásokon mennek át és mindegyik csillagnemzedéknek megvan a maga jellemző sajátossága.

A csillagok alkatának egész végtelen sokszerűsége a tudósok számára nem véletlen, hanem törvényszerű dolog; minden különbség csak a csillagok fiatalságának, érettségének, vagy öregkorának a tünete.

Természetesnek látszott, hogy a fiatal csillag, amely csak az imént alakult ki a ködképződményből, szörnyen izzó kell hogy legyen és abban a mértékben, amint belép a „meglett korba", majd pedig öregedni kezd, fokozatosan ki kell hűlnie. A tudósok hosszú időn át azt gondolták, hogy a legfényesebb, legizzóbb csillagok egyszersmind a legfiatalabbak. A sárgásfényű csillagok és még inkább a vörösfényűek, öregek, közel állanak a kialváshoz; már nem világítanak olyan fényesen, mert belsejükben a hőség csökkenőben van.

Ez a feltevés hosszú időn át eléggé meggyőzőnek tűnt fel a tudósok előtt. De egyre szaporodtak az új észleletek és új adatok, ám velük együtt megfejtendő kérdések is felvetődtek.

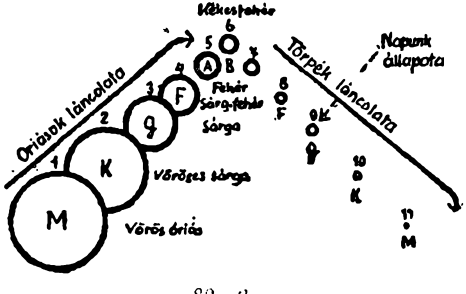
Kiderült, hogy némely vörös csillag óriási fényerővel rendelkezik, más, izzóbb csillagok pedig fényerő tekintetében elmaradnak e vörös óriások mögött. Ezenkívül kitudódott egy másik érdekes tünemény is: a nagy és kicsiny csillagok anyaga gyakran jóformán semmit sem különbözik.

Nyilvánvaló volt, hogy az addigi magyarázat nem kielégítő és egyetemes megoldást kell találni. Ez meg is történt, amikor sikerült megmérni néhány csillag átmérőjét. Így kitűnt, hogy sok, majdnem azonos tömegű (súlyú) csillag, térfogat tekintetében erősen különbözik egymástól.

Ez azt jelenti: vannak óriási csillagok, amelyeknek anyaga nagyon ritka és vannak mások, amelyeknek anyaga erősen összetömörült. A vörösfényű csillagok, amelyeknek például egyforma a hőmérsékletük, lehetnek óriások csekély sűrűségű anyaggal, és

lehetnek kicsinyek, igen tömör anyaggal. És lám, vörös csillag közepes mérettel és közepes tömörséggel úgyszólván egyáltalán nincs.

A fehér és kékes fényű csillagok kevéssé különböznek egymástól, ezeknek a tömörsége, méretei, hőmérséklete és következésképpen a fényessége egyforma. Ezenkívül sikerült megállapítani, hogy vörös színárnyalatú csillagok sokkal gyakoribbak, mint a többiek, különösen a fehérek. (82. ábra.)



82. ábra

Mindezek a megfigyelések arra késztették a tudósokat, hogy másként magyarázzák a csillagok életét.

A fiatal, a gázokból frissen összesűrült csillag élete elején mindig óriási méretű. De anyagának tömöttsége szerfölött csekély (ezerszerte kisebb, mint a vízé). Ezenkívül a fiatal csillag nem olyan tüzes, mint régebben gondolták, hőmérséklete legfeljebb 3000 fok. De mégis nagy a fényességük, minthogy nagykiterjedésű felületükről óriási mennyiségű fényt sugároznak ki.

A fény- és hőkisugárzás folytán, vagyis az energiafogyasztás következtében a csillagnak fokozatosan ki kellene hűlnie. Ám valójában a csillag nem hűl ki, mivel összehúzódik és az összenyomódás folytán belsejéből új energiaáramok törekszenek kifelé. Ez az energia bőségesen pótolja a hő- és fényveszteséget. Következésképpen a csillag méretei kissé csökkennek, de fénye nem halványul, hőmérséklete nem csökken, sőt izzóbbá válik. De most már ez a csillag nem vörös óriás, hanem sárgás fényt sugároz. A csillag anyagának összehúzódása és a velejáró tömörülése, másfelől a hőmérsékletének emelkedése nem egyszerre történik. De hevülése sem fokozódhatik a végtelenségig. Elkövetkezik a pilla-

nat, amikor a csillag anyaga a végletekig összetömörül és a további sajtolódás már nem ad nagyobb hőszaporulatot. Az energia áramlások meggyengülnek és nem tudják pótolni a világtérbe kisugárzott hőveszteséget. Ekkor a csillag elkezd hűlni. Most megkezdődik a csillag lecsillapodása, vagyis visszafejlődése.

Így tehát nyugodtan mondhatjuk, hogy a csillagok többsége óriási térfogattal és vörös fénnyel születik: ez az első stádium. Azután vöröses-sárgává, majd sárgává válik, idővel színe sárgásfehér lesz, majd fehér fényben ragyog és ez később kékesfehérbe megy át. Ebben a stádiumban a csillag méretei már erősen megkisebbedtek és egyáltalán nem lehet óriásnak nevezni. A fehér csillag sárgásfehér, sárga, majd sárgásvörös, végül vörös lesz.

A fejlődés körfolyamata megfordul: a fiatal csillag, a vörös óriás egymásután felvéve az összes csillagszínt, ismét vörös lett, de most már nem óriássá, hanem törpévé. És az öreg, haldokló csillagnak az anyaga nem ritka, hanem összesajtolt, a végletekig tömör. Végül is a csillag elsötétül, fénye egészen kialszik.

Röviden elmondtuk a csillag életét és úgy tűnhetik fel, hogy ez az élet rövid, hogy a csillag színe és fényereje gyorsan változik. Természetesen a valóságban nem így van. Száz-, sőt ezer-milliónyi évek telnek el, míg a csillag fényének ereje valamelyest módosul. A csillag élete nagyon hosszú ideig, sokmilliárd évig tart!

Természetes az is, hogy a csillagok élete a valóságban sokkal bonyolultabb és mindaz, amit elmondottunk, rövid vázlat: hiszen semmit sem mondottunk azokról a folyamatokról, amelyek a csillagok méhében játszódnak le. És magától értetődik, hogy nem lehet a csillagok kialakulásának és növekedésének összes jelenségét pusztán csak a nyomással megmagyarázni. A csillagok méhében nagyon bonyolult folyamatok mennek végbe az atom-energiák felszabadulásával kapcsolatban, minthogy az atomok ott állandóan szétesnek és ismét egyesülnek. Sőt sok mindent, amit a tudósok a csillagok világában észlelnek, még nem tudunk megmagyarázni.

Lehetséges, hogy vannak csillagok, amelyeknek a fejlődése valahogy másképpen megy végbe. Például, hogyan lehet megmagyarázni a fehér törpék létrejöttét, azokét a kis csillagokét, amelyeknek az anyaga eljutott a legvégső fokú összetömörülésig?

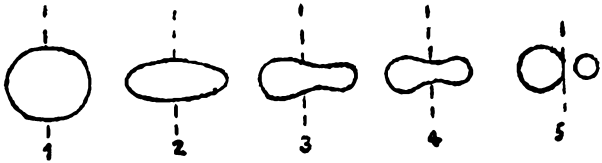
Sok kérdésre a tudomány ma még nem tud választ adni, de kétségtelen, hogy az új megfigyelések és megállapítások a csillagvilág nem egy titkáról fogják lehúzni a leplet.

Ám, amit a tudomány már eddig elért, nagy segítségünkre van abban, hogy kikutassuk a csillagok csodálatos életét, minden átalakulását és változását, születésüktől kialvásukig. Fel tudjuk fogni a világmindenség törvényeit, amelyek az óriási csillagnapok életét irányítják, bármily távoliak és idegenek is a mi földi világunktól. És minthogy a mi Napunk szintén csillag, igen nagy csillag, amelynek életünket köszönhetjük, ezért egyszersmind meg tudjuk ismerni a mi világító égitestünk keletkezésének titkát, valamint továbbfejlődését is. Miután mindezt tudjuk, módunkban áll beszélni a mi Napunknak mind felserdüléséről, mind élete folyásáról.

Kettőscsillagok

Hogyan születtek ezek a csillag-napok: nem nehéz megérteni, ha emlékezetünkbe idézzük, hogy a ködhalmazok forgását átveszi az a fiatal csillag is, amely a méhében keletkezik.

Minél gyorsabban forog egy csillag, annál erősebben sajtolódik össze az anyaga és annál tömöttebbé válik. Ám a csillagok anyagának sűrűsödése nem folytatódhatik a végtelenségig, tömöttségének megszabott határa van.



83. ábra

Ha a csillag anyagának tömöttsége nem éri el ezt a határt, viszont nagy gyorsasággal forog, akkor fokozatosan belapul és körte-alakot vesz fel. Lassanként széthúzódik, nyolcas (8) formájúvá válik, az összekötőrész mindjobban megszűkül, mígnem teljesen szétszakad s a csillag két különálló részre válik. A kettőscsillagok kialakulásának ezt a folyamatát ábrázolja a 83. ábra. Innen van, hogy ezeknek a kettőscsillagoknak a méretei mindig egyenlőtlenek és a kisebbik mindig a nagyobbik körül forog.

A kettőscsillagok szétszakadozása tovább folytatódhatik. Ha egy-egy rész ismét két egyenlőtlen tömegre oszlik szét, ezek mind-

össze a fő-csillagok távolságának egyötödére távolodnak el egymástól.

Valószínű, hogy így jöttek létre annak idején a mi naprendszerünk bolygói. Következésképpen Newton törvénye ugyanúgy érvényesül a világmindenség végtelen messzeségeiben, mint abban a világban, amelyhez a mi Földünk is tartozik.

A 84. ábrán láthatjátok a csillag alakjának egy másfajta változását, amit ugyancsak a gyors forgás vált ki.

84. ábra

Ez a fajta változás azokra a csillagokra jellemző, amelyek sűrűsödése túlment a megszabott határon. Ez esetben lehetetlen a csillag anyagának szétszakadása. Forgás közben a csillag mindjobban benyomódik, mígnem alakja egészen lapos lesz. A gyors forgás folytán bekövetkező ilyesfajta változás a gázalakú testekre jellemző. A szétszakadással kapcsolatos alakváltozás pedig a cseppfolyós testekre érvényes.

A Nap-család története

A mi Nap-csillagunk körül keringenek a bolygók, amelyek egyikén élünk. De a tudósok még sohasem végeztek megfigyeléseket más csillagrendszerek bolygóin. Nem azért, mintha ilyenek nem volnának, hanem mert a mi optikai eszközeinkkel nagyon nehéz megfigyelni őket. Azonban nincs kétség afelől, hogy a Tejút sok csillagának vannak bolygó-utitársai, ugyanolyanok, mint a mi Napunknak.

Nem szólva a világegyetem csillagszigeteiről, a Tejút csillagai, még a legközelebbiek is, olyan messze vannak a Földtől, hogy csupán fénylő pontoknak látszanak, észrevehető átmérő nélkül. Ám a bolygók sokkal kisebbek Napjaiknál, és a közöttük lévő távolság is sokkal kisebb, mint amely őket a Földtől elválasztja, ezért a földi megfigyelő szemében egybefolynak Napjaikkal. Ne

feledjétek el, hogy a legtávolabbi bolygó, a Pluto negyvenszer távolabb van a Naptól, mint a Föld, míg a legközelebbi csillagig terjedő távolság majdnem hétezerszer nagyobb, mint a Pluto távolsága a Naptól.

Valamikor az emberek megelégedtek a vallásos mondákkal, mesékkel a világ teremtéséről és kielégítette őket az a meggyőződés, hogy a világ semmiből teremtetett hat nap alatt, hogy a ködből vált ki a Föld és a Nap teremtése előtt.

De ma, amikor már sok megfigyelés gyűlt össze, jogunk van tudományosan megalapozott feltevésekről, hipotézisekről beszélni a mi naprendszerünk keletkezésével kapcsolatban.

A Föld és a többi bolygó valamikor a Napból vált ki: állítja a mai tudomány. Íme a következő tények erősítik meg ezt a feltevést:

A naprendszer összes bolygója sokkal közelebb van a Naphoz, mint a többi csillagokhoz.

Az összes bolygó nemcsak a Nap körül kering, hanem a Nappal együtt a világtérben is mozognak, meghatározott irányban, mégpedig a Tejút csillagai között.

A bolygók a Nap körül csak egy irányban mozognak.

Az összes bolygó majdnem mind egy síkban kering a Nap körül.

A bolygók pályái, amelyen a Nap körül futnak, majdnem köralakúak.

A Nap ugyanabban az irányban forog a tengelye körül, amelyben a bolygók forognak őkörü'ötte.

A Nap egyenlítője majdnem egybeesik azzal a síkkal, amelyben a bolygók keringenek a Nap körül.

A holdak pályáinak síkjai, csekély kivétellel, egybeesnek bolygóik egyenlítőjének síkjával.

Nehéz feltenni, hogy ezek a szoros kapcsolatok, amelyek a Nap-család tagjait összefűzik, véletlenek volnának. Nem észszerűbb-e feltételezni, hogy egyetlen közös ok, egyetlen közös folyamat eredményeképpen keletkeztek a bolygók és kísérőik és mindaz, ami naprendszerünket alkotja?

A Föld és a bolygók keletkezésére vonatkozó, tudományosan megalapozott feltevések közt az elsők egyike volt az, amelyet 1796-ban Laplace francia tudós állított fel. Ő úgy vélekedett, hogy végtelenül régen a Nap és bolygói helyén ködhalmaz volt, köz-

ponti maggal, és ez a ködtömeg a saját tengelye körül forgott. A gázalakú ködhalmaz hűlés közben összehúzódott, forgásának sebessége pedig megnőtt. Végül is ennek a gyorsanforgó ködképződménynek az egyenlítőjéről fokozatosan gyűrűk váltak le. Ezek nem lehettek szilárdak és ezért szétestek. Azután a nehézségi vonzóerő egész világra vonatkozó törvénye szerint ezeknek az anyaga egyesült és bolygókat alkotott.

Ez a feltevés sokáig meggyőzőnek látszott, különösen Plateau kísérlete után, aki szemléltetőleg mutatta be, mint válnak le gyűrűk a forgó sűrű olajról és esnek szét különálló golyócskákra.

Bármilyen jól megszerkesztett is Laplace feltevése, a tudósoknak mégis felül kellett vizsgálniok, mivel távolról sem ad mindenre magyarázatot. Ha például az anyag fokozatosan vált ki a ködtömegből, szét kellett volna szóródnia a világtérben. Másik ellentmondás: ha azokban a végtelen régi időkben az anyag betöltötte volna a világteret egészen a Plutóig, akkor nagyon csekély sűrűsége folytán teljesen szétszóródott volna a világtérben és nem zsugorodhatott volna mai méreteire.

Így Laplace elmélete a maga idejében nem csekély hasznára volt a tudományos nézetek fejlődésének, de ma már átengedte helyét más, helytállóbb feltevéseknek.

Az utóbbi húsz év folyamán Jeans és Jeffreys nagyon érdekes, bár vitatott elméletet dolgoztak ki. Ők így képzelik el a naprendszer keletkezését: azokban a régi időkben, amikor égboltunkon a Nap egyedül volt, egy csillag közeledett hozzá — hogy melyik, azt nem tudjuk. Ez a csillag vonzóerejével anyagsugarat szakított ki a Napból. Óriási, izzó, sűrű folyadéktömeg szakadt ki belőle és ebből alakult ki a Föld, valamint a többi bolygó.

De ez a feltevés sem elégíti ki a mai kor tudósait. Nehéz feltenni, hogy a csillagok, amelyek olyan távol esnek egymástól, annyira közel kerülhetnének, hogy kiszakíthassanak egy részt a Nap anyagából.

És végül, ha elfogadjuk, hogy Jeans és Jeffreys feltevése helyes, el kellene ismernünk, hogy a mi bolygóink keletkezése kizárólagos, egyedülálló jelenség, mivel a tudósok nem tudnak arról, hogy valaha is két csillag-nap találkozott volna. De ezenfelül Holmberg, ismert tudós szerint, az általa tanulmányozott csillagoknak legalább negyedrésze ugyanolyan, a mi Napunkhoz hasonló központ, csak más rendszerek középpontja.

A legutóbbi években a szovjettudósok új feltevéseket dolgoztak ki a bolygók keletkezéséről. Ezek az elméletek nemcsak a mi naprendszerünknek, hanem bármely más rendszernek a kialakulását is megmagyarázzák. Egyikük szerint a bolygók születése emlékeztet az ikercsillagokéra.

Minél gyorsabban forog egy csillag, annál inkább fenyegeti a veszély, hogy szétesik. De ha anyagának egy része kiválik belőle, akkor a csillag forgása meglassul, egyenletesebbé válik és a széthullás veszélye elhárul.

Nagyon régen a mi Napunk, amely akkor még fiatal korát élte, igen ritka halmazállapotú csillag volt. És sokkal. de sokkal gyorsabban forgott, mint most a mi időnkben. Miután igen sok hőt elfogyasztott, kezdett gyorsan (százezer, sőt millió év lefolyása alatt) összezsugorodni.

Az egybetömörült napanyag ismét új hőáramlásokat termelt ki belsejéből és forgásának sebessége megint annyira megnőtt, hogy újból elveszthette anyagának szilárdságát. Nyom nélkül széteshetett volna, de ez nem történt meg, mert a Nap kinyúló anyagának egy részét kiküszöbölte magából. Ebből az anyagból születtek a bolygók. De nem egyszerre jelent meg az összes bolygó. A Nap többször összehúzódott és fokozatosan egymás után születtek meg a bolygói.

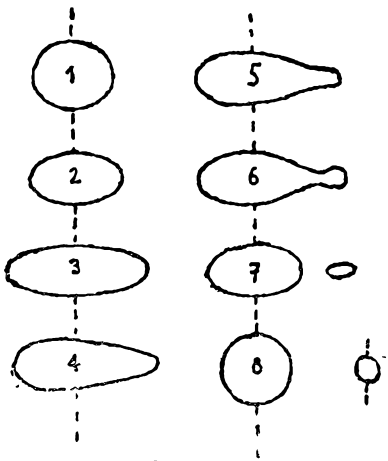
Először azok a bolygók váltak ki, amelyek ma is a legjobban hasonlítanak Nap-anyjukra. Ezért anyaguk nem olyan sűrű, mint ifjabb testvéreiké, amelyek közelebb helyezkednek el a Naphoz. És ez tényleg így van. A legtávolabbi bolygók anyagának tömörsége csekély; például a Neptunus sűrűsége csekélyebb, mint a Merkuré.

És a többi csillagrendszer bolygói valószínűleg ugyanúgy keletkeztek, mint a Nap-család bolygói.

A csillagok feldarabolódása elég megszokott jelenség a világmindenségben. A Föld körül tizenhét fényévnyi sugárral vont világtérben meglehetős gyakran találkozunk kettőscsillagokkal. Körülbelül három egyes csillagra esik egy kettőscsillag. Valószínűleg körülbelül ugyanennyi csillagnak vannak bolygói.

Bármilyen furcsa, de végérvényesen eldönteni, hogyan jött létre a Föld és a többi bolygó, sokkal nehezebb, mint megállapítani a ködhalmazok és a csillagok keletkezését. Igaz, a távcsövek segítenek megfejteni a bolygók mivoltát. A különböző csillagoknak.

csillagnemzedékeknek és osztályoknak megszámlálhatatlan mennyiségét tanulmányozhatjuk, és összehasonlíthatjuk a különféle ködöket, fejlődésük minden időszakában. Ám a bolygók tanulmányozásánál meg kell elégednünk csupán a naprendszerre szorítkozó megfigyelésekkel és egyelőre nincsenek olyan adataink, amelyeket ezekkel szembeállíthatnánk és velük összehasonlíthatnánk. Igaz, tudjuk, hogy ugyanazok az anyagok, amelyekből a mi Földünk felépül, megvannak a Napban is. A Földön leggyakrabban a vassal találkozunk, azután a magnéziummal, alumíniummal, nikkellel, kalciummal, nátriummal és ezek közül az anyagok közül sok megvan a Napban is. Mindez meggyőz bennünket arról, hogy a Föld anyaga a Napéból származott.



85. ábra

És a mi Holdunk, a Föld útitársa, vajjon hogyan született? Nyilvánvalóan valamikor itt is szétszakadt a forgó tömeg, de nem egy csillagé, hanem a bolygóé, amelyen élünk.

Charles Darwinnak, a híres természetkutatónak a fia, John Darwin kidolgozott egy elméletet, hogy miképpen keletkezett a Hold a Földnek anyagából. A 85. ábrán láthatjátok, hogy az eredetileg nagy gömb — a mi Földünk, — amely még izzó állapotban volt, fokozatosan összezsugorodott és ellapult, körülbelül négymilliárd évvel ezelőtt körtealakot öltött és kivált belőle a kicsi Hold.

Felesleges itt elmondanunk magának a Földnek a történetét, hogyan keletkezett rajta élet, hogyan fejlődtek ki rajta növények és állatok. Ez már az élő természetnek a története: ennek törvényei mások, mint azok, amelyek a csillagok világának csodálatos folyamatait irányítják.

Nem mindennapi utazást tettünk: meglátogattuk a felmér-

hetetlen világmindenséget, amely mind időben, mind térben végtelen. Olyan óriási távolságokat küzdöttünk le, amelyek nem férnek el a mi földi képzeletünkben, olyan messzeségeket, amelyeknek a megmérésére különleges csillagászati mértékegységet kellett alkalmaznunk.

Tanui voltunk nagyszabású folyamatoknak, amelyek millió évek alatt játszódnak le. Végigfutottunk tekintetünkkel a végtelen messzeterjedő világon, amelynek nincs sem kezdete, sem vége. Láttuk halvány fényét olyan csillagoknak, amelyek már millió évekkel ezelőtt kialudtak.

És meggyőződtünk arról, hogy ebben a csillagvilágban az anyag nem teremtődik újjá és nem vész el.

Megismerkedtünk a végtelen világegyetemmel, amelynek részecskéi — nemcsak a bolygók és a csillagok, hanem a ködhalmazok és a csillagszigetek is — születnek, élnek, öregszenek és meghalnak.

Megismertük a csillagok titokzatosnak, elérhetetlennek látszó világát és megértettük azokat a törvényeket, amelyek őket mozgatják.

A születő ködtömegek anyagának legelső csoportosulásait, sűrűsödéseit szemlélve, ezt gondoltuk: a mi Tejutunk valamikor, nagyon-nagyon régen ugyanilyen szétszórt anyag volt és benne milliárd évekkel ezelőtt ugyanilyen folyamatok játszódtak le, mint amilyenek végbemennek most, a Földtől óriási távolságra fekvő, más ködhalmazokban.

A mi kis világmindenségünkhöz hasonlító csillagszigetek, Tejutak tanulmányozása közben eszünkbe ötlik: valamikor, végtelenül régen egy ugyanilyen csillagsziget méhében született meg az a csillag, amelynek életünket köszönhetjük: a Nap, a mi Napunk.

Felfogva a távoli csillagok fényét, hol a fiatalokét, amelyek még buzgón ontják a bennük rejtőző erők óriási tömegét, hol a kialvókét, amelyek már majdnem teljesen elfogyasztották energiájukat, melegüket — állandóan szembeállítottuk ezeknek a csillagoknak az életét a mi Napunk életével.

A csillagok vörösek, sárgák, fehérek, kékek... Gyönyörködtünk ragyogásukban és elképzeltük mindegyik csillagot, nagyságát, anyagának tömörségét, alakját, erőkészletét, kisugárzott hőmennyiségét. Egy kicsiny csillag vöröses fényében gyönyör-

ködve, meg tudtuk mondani: ennek a csillagnak az élete nem lesz hosszú, nemsokára ki fog aludni és fénye örökre ellobban. Sárga csillagfényt láttunk és meg tudtuk mondani, mennyi időt élt már át ez a csillag és hogyan fog továbbélni, mielőtt teljesen kialszik.

És természetesen gondolataink visszatértek a legközelebbi csillaghoz, a Naphoz. Az is vörös óriás volt valamikor. Energiakészletei még roppant nagyok, de a Nap már nem fiatal csillag. Már kivetette magából útitársait, erőtartalékai már nem határtalanok.

Végül, befejezve országjárásunkat a csillagvilágban, „haza" térve a Földre, meglátogattuk a mi naprendszerünk világát, bolygóit, amelyek a Napot kísérik örök mozgásában. Megpillantottuk a távoli, idős bolygókat, amelyeknek csak egészen kevés hő és fény jutott. Megláttuk a vörös fénnyel ragyogó Marsot esetleges életlehetőségeivel, a felhőbe burkolt Venust és a napsugarak fényében szinte elvesző kicsiny Merkurt . . . szóval megismertük a Föld összes testvérét.

És a mi Földünk! Először olyannak láttuk őt, amilyennek egy más bolygó, egy más naprendszer, egy más Tejút lakója előtt mutatkozik.

Igen, a mi Földünk. amely a visszavert napsugarak meleg fényével ragyog, egészen másnak tűnt fel előttünk, mint tudatlanságunkban és magukbízó elődeink szemében.

Mi a Föld? A Nap családjának tagja, egyik útitársa a Napnak, mint az összes többi bolygó. Nem a legnagyobb, nem a legkisebb, nem a legforróbb, nem a leghidegebb, nem a legkönnyebb, nem a legsúlyosabb. És a mi Földünk, hasonlóan testvérbolygóihoz, része volt magának a Napnak, és azok a törvények távolították el anyjától, amelyek az összes égitest életét irányítják.

Az óriási csillagszigeten, a Tejúton, Földünk mindössze jelentéktelen porszem. És ha meg akarnók keresni a Földet a mi kis-világmindenségünk valamelyik csillagáról, aligha tudnánk ráakadni.

Nem, a Föld nem a világmindenség középpontjaként jelent meg előttünk. És nem keringenek körülötte a bolygók, a Nap és a csillagok szférái. És bármilyen nagyszabásúak is a világmindenség térségei, sehol sem akadtunk rá az igazak mennyországára. Nem ütötte meg fülünket a szférák zenéje, mert nincsenek semmiféle szférák.

Viszont megismertük azt a pompás, nagy összhangot, amely a világmindenség felépítését jellemzi. Ez az összhang teremtődik meg a természet törvényeiben. Ezek a törvények lehetnek egyszerűek, lehetnek bonyolultak, de ők az alapjai a világ épületének.

El tudjuk képzelni a világmindenséget. Megismertük, ami hozzáférhetetlen az olyan ember számára, aki nem fegyverzi fel magát alapos tudással. Ám a tudományra még sok kérdés megoldása vár. Látjuk például a Föld gyümölcsöző mezőit, virágzó rétjeit, magas hegyláncait, zöld erdeit, dúsvizű folyóit, viharos tengereit, mély óceánjait, sűrű felhőit. Minden élet, ami a szárazföldön vagy a vízben lakozik, a Napnak köszönhető. Ám a Nap — a világmindenség számtalan csillagának egyike. És ezek a csillagok születnek, élnek és meghalnak. Tehát a mi világító égitestünk, a Nap is valamikor megszületett és idővel ki fog aludni; és ha meghal a Nap, a Földön is kiapad az élet. Életének hányadrészét élte már le a nap? Mennyi időre lesz még elegendő éltető energiája, hogy fenntartsa az életet a Földön?

Igen, a mi Napunk élete nem jelent kivételt: idővel a Nap is meghal majd. Ám emlékezetünkbe kell hogy jusson: a csillag élete a gázgomolyag keletkezésének pillanatától a csillag teljes kialvásáig nagyon sokáig, sokmilliárd évig tart.

Ha a Nap már le is élte életének nagy részét, azért a melege és fénye még sokmilliárd évre elegendő. És az emberi nemzedékek milliói fognak még ugyanúgy élni, mint most.

De nem lehetséges-e, hogy a Földön az élet megszűnik, mielőtt kihűl a Nap, valami más okból? Nem kell-e attól tartanunk, hogy kiapad magának a Földnek a belső melege? Nem, a Föld kihűlésének réme nem kell, hogy izgasson bennünket, éspedig mindenekelőtt azért, mert Földünk belseje csak sokmillió év mulva fog kihűlni. És ezenkívül, a Föld belső melege jelentéktelenül csekély ahhoz a meleghez viszonyítva, amelyet a Nap ajándékoz nekünk.

Nem fenyegeti-e a Földet valamiféle kozmikus katasztrófa, például összeütközés naprendszerünk valamely bolygójával vagy a Tejút valamely csillagával? Nem, a bolygók tömege nem nagy, következésképpen vonzóerejük egészen jelentéktelen a Napéhoz viszonyítva. Évezredek múlnak el, és a bolygók épúgy fognak keringeni szülőjük, a Nap körül, mint azelőtt.

A csillagok olyan messze vannak egymástól, hogy aligha

várható összeütközésük a közeljövőben. Ha feltesszük, hogy a Nap összeütközhet a hozzá legközelebb lévő csillagok egyikével, például a Vegával a Lant csillagzatból, amely közeledik feléje, akkor is összeütközésük leghamarabb kétszázezer év mulva következhetnék be.

Állíthatjuk, hogy a következő évszázadokban és évezredekben a Nap nem fog találkozni valamelyik kihűlt csillaggal vagy bármilyen szilárd égitesttel. A tudósok azonnal észrevennék ezt, hiszen egy ilyen óriási test előbb meg kellene, hogy változtassa a Föld és a többi bolygó helyzetét a térben.

Ha pedig a Föld egy üstökössel ütközik össze, nem okoz semmi kárt a Földnek. Ilyen találkozások nem egyszer megtörténtek Földünk életében és a Föld ép és sértetlen maradt. Nem, az embereknek egyáltalán nem kell félniök semilyen kozmikus katasztrófától.

Évezredek telnek még el és semmiféle veszély nem fog rászakadni Földünkre. Folytatni fogja változatlan útját bolygó testvéreivel együtt.

De van még egy utolsó kérdés: mi lesz a világgal? Tudjuk, hogy a csillagok állandóan energiaáramokat sugároznak ki a világtér hidegébe. De vajjon a legizzóbb hőség megtelítheti-e a hideg űr parttalan és felmérhetetlen térségeit? Nem apad-e ki a világ energiakészlete, nem következik-e be idővel a világmindenség halála hőhiány miatt?

Emiatt sem kell aggódni. A tudósok ezt mondják: a csillagok által kisugárzott energia átalakul anyaggá. A természetben semmi sem vész el és támadhatnak „fiatal" atomok éppen úgy, mint „fiatal" világok. Így hát azt mondjuk: a világmindenség végtelen, benne véget nem érő körforgás megy végbe: az anyag átalakul energiává, az energia pedig anyaggá. Ez a folyamat állandóan tart, nem volt, nincsen és nem is lesz sem kezdete, sem vége.

Ilyen a világmindenség — a világ, amelyben élünk.

A BOLYGÓK SZÁMOKBAN

A bolygó neve	Közepes naptávolság	Távolság millió kilométerben	Az év tartama napokban	Az év tartama földi években	Forgási idő csillagnapokban	Forgási sebesség az egyenlítőn km/mp-ekben
Merkur	0,397	58	87,9	kb. 0.25	87n23615p	0.002
Venus	0,723	108	224,7	0,62	?	?
Föld	1	149,5	365,25	1	23656p	0,465
Mars	1,523	227,8	686.7	1,88	24637p23mp	0,243
Jupiter	5,202	777,8	4.332,6	kb. 12	9650p30mp	12.74
Saturnus	9,538	1.426	10.829	„ 29.5	10614p24mp	10,27
Uranus	19,19	2.870	30.686	„ 84	10649p	4,31
Neptunus	30.07	4.495	60.187	„ 165	15625p	2,76
Pluton	39,579	5.917	90.893	„ 250	?	?

A bolygó neve	Mennyi hőt kap a Naptól	Csillag nagyság	Körpálya mozgási sebessége közepes	Fényvisszaverő képesség % -ban	Egyenlítő átmérő km-ben	Térfogat a Földhöz viszonyítva	Tömeg
Merkur	6,6	0,16	48,9	7	5.140	0,066	0,042
Venus	1,6	—4,07	35	59	12.610	0,970	0,818
Föld	1,0	—	29,8	45	12.757	1	—
Mars	0,43	—1,85	24,2	15	6.860	0,155	0,108
Jupiter	0,037	—2,7	13,07	44	143.600	1.344,8	317
Saturnus	0,011	kb. 0	9,65	?42	120.600	760	95
Uranus	0,0027	:5,7	6,8	?45	53.400	69,6	14,7
Neptunus	0,0011	:7,6	5,43	52	49.700	58,1	17,2
Pluto			4.08				

A bolygó neve	A Földtől való távolság	
	Legrövidebb millió km-ben	Leghosszabb millió km-ben
Merkur	82	217
Venus	40	259
Föld	—	—
Mars	56	400
Jupiter	591	965
Saturnus	1199	1653
Uranus	2586	3153
Neptunus	4309	4682
Pluto.	?	?

A FÖLD

A Föld egyenlítőjének sugara 6,378.388 méter.

A Föld átlagos sugarául 6.371 kilométert szoktak felvenni.

A Föld csillagnapjának tartama, vagyis az az idő, amely alatt a Föld saját tengelye körül megfordul, 23 óra 56 perc 04 másodperc.

A csillagnap az átlagos Nap-napnál körülbelül 4 perccel rövidebb és ez a jelenség a Földnek a Nap körül egy év alatt megtett mozgásával függ össze.

Az év tartama átlagos Nap-napokban kifejezve 365,242.119.879 nap, vagyis 365 nap, 5 óra, 48 perc, 45.98 másodperc.

A Földnek a Naptól való átlagos távolsága 149,450.000 kilométer.

A Föld bármely délkörének kerülete 40.000 kilométer.

Az egyenlítő kerületének hossza 40.070 kilométer.

1 méter egyenlő a délkör kerületének egy negyvenmilliomod részével.

A délkörnek egy foka 111,1 kilométer.

1 tengeri mérföld vagyis a délkör egy fokának egy hatvanadrésze (egy perce) 1852 méter.

A földgolyó felülete 510.000.000 négyzetkilométer.

A földgolyó térfogata 1,083.000.000.000 köbkilométer.

A Föld tömege 6,000.000.000.000.000.000.000 tonna.

A HOLD

A Holdnak a Földtől való közepes távolsága 384.404 km (a Föld sugarának hatvanszorosa). Ez a távolság 407.000 km és 357.000 km között ingadozik.

A Hold átmérője 3.476 km (valamivel több mint a Föld átmérőjének egy negyedrésze).

A Hold felülete körülbelül 40,000.000 négyzetkilométer (14-ed része a Föld felületének.)

A Hold térfogata kissé több mint 21,000.000.000 köbkilométer (körülbelül ötvened része a Föld térfogatának).

A Hold tömege 70.000.000.000.000.000.000 tonna (körülbelül nyolcvanegyed része a Föld tömegének).

A Hold anyagának közepes sűrűsége 3,3 (ha a víz sűrűségét vesszük egységül).

A Hold nehézségi ereje (felületén érvényesülő vonzóereje) a Föld felületének vonzóerejénél, a földi nehézségerőnek majdnem hat és feled része.

A Hold sziderikus hónapja (az az időköz, amely alatt a Hold egy fordulót tesz meg a Föld körül) 27 nap 7 óra 43 perc 11,5 másodperc. Ez idő alatt a Hold egyszer megfordul a tengelye körül is.

A Hold szinódikus hónapja (a Hold azonos fázisai között eltelő időköz) 29 nap 12 óra 44 perc 2.78 másodperc.

Az a közepes sebesség, átlagsebesség, amellyel a Hold a Föld körül mozog kissé több mint 1 kilométer másodpercenként.

A NAP

A Nap sugara 693.000 kilométer.

A Nap felülete 6,080.000.000.000 négyzetkilométer (majdnem tizenkétezerszer nagyobb, mint a Föld felülete).

A Nap tömege 1,983.000.000.000.000.000.000.000.000 tonna (382.000-szer több a Föld tömegénél).

A Nap közepes sűrűsége 1,41 (a víz sűrűségéhez viszonyítva). Ez körülbelül egy negyede a földgolyó sűrűségének.

A vonzóerő a Nap felületén majdnem 28-szor nagyobb, mint a Föld felületén.

TARTALOM

Bevezetés 5

A Föld, amelyen élünk 15

A Föld útitársa: a Hold 37

Fényforrásunk: a Nap 60

A Nap családja 78

A csillagok világa 119

A világmindenség felépítése 142

Világok születése és halála 148

Függelék 165

6.— Ft

TUDOMÁNY ÉS HALADÁS

A Szikra nagysikerű könyvsorozata

Minden kötete egy-egy magyar vagy külföldi tudós alapvető munkáját tartalmazza, közérthető előadásban

1. Rudas László: **Marxizmus és természettudomány**
2. Marcel Prenant: **Darwin**
3. Andics Erzsébet: **Munkásosztály és nemzet**
4. Georges Sadoul: **Az atom titka és hatalma**
6. Molnár Erik: **A szocializmus történetéből**
6. J. B. Haldane: **A marxizmus filozófiája és a tudományok**
7. Szabó Árpád: **Sokrates és Athén**
8. Sz. I. Vavilov: **Isaac Newton**
9. Alexits - Fenyő: **Matematika és dialektikus materializmus**
10. N. A. Dobroljubov: **Orosz realizmus** (Goncsárov, Turgényev és Osztrovszkij)
11. James S. Allen: **A monopolkapitalizmus és a béke**
12. Ch. Hill: **Az angol forradalom 1640.**
13. Thomson-Klingender: **Marxizmus, költészet, művészet**
14. Clark: **A vadembertől a civilizációig**
15. Labérenne: **A világok keletkezése**
16. Politzer: **A filozófia alapelemei**
18. M. Cornforth: **Tudomány az idealizmus ellen**
19. Timiriázev: **Mi a darwinizmus?**
20. F. Konsztantinov: **Az egyéniség és a tömegek szerepe a történelemben**
21. T. D. Liszenko: **A biológiai tudomány állásáról**
22. Albert Soboul: **A francia forradalom 1789—1799**
23. S. Lilley: **A történelem, az ember és a gépek**
24. Lukács György: **Marx és Engels irodalomelmélete**
25. M. Thorez: **Tanulmányok a francia forradalomról (1789)**
26. K. A. Timirjázev: **Történelmi szemlélet a biológiában**
27. Henri Lefèbvre: **Descartes**
28. Benjamin Farrington: **Tudomány az ókorban**
29. V. Prjanyisnyikov: **A világ, amelyben élünk**
31. M. E. Omeljanovszkij: **Lenin és a XX. század fizikája**

SZIKRA KIADÁS